Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences

CSAS | SCCS

Canadian Science Advisory Secretariat | Secrétariat canadien de consultation scientifique

Proceedings Series 2006/041 | Série des comptes rendus 2006/041

Proceedings of the recovery potential assessment meeting for eastern Arctic bowhead whales (*Balaena mysticetus*)

Compte rendu de l'évaluation du potentiel de rétablissement des baleines boréales de l'est de l'Arctique (*Balaena mysticetus*)

April 7, 2006

Le 7 avril 2006

Videoconference

Vidéoconférence

Patrice Simon
Meeting Chairperson

Patrice Simon
Président de réunion

Canadian Science Advisry Secretariat / Secrétariat canadien de consultation scientifique
Fisheries & Oceans Canada / Pêches et Océans Canada
200, Kent, Ottawa, Ontario, K1A 0E6

July 2007

Juillet 2007

Canada

2008-05286/

Proceedings of the recovery potential assessment meeting for eastern Arctic bowhead whales (*Balaena mysticetus*)

April 7, 2006

Videoconference

Patrice Simon
Meeting Chairperson

Compte rendu de l'évaluation du potentiel de rétablissement des baleines boréales de l'est de l'Arctique (*Balaena mysticetus*)

Le 7 avril 2006

Vidéoconférence

Patrice Simon
Président de réunion

Canadian Science Advisry Secretariat / Secrétariat canadien de consultation scientifique
Fisheries & Oceans Canada / Pêches et Océans Canada
200 Kent, Ottawa, Ontario, K1A 0E6

July 2007

Juillet 2007

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2006
© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2006

ISSN 1701-1272 (Printed / Imprimé)

Published and available free from:
Une publication gratuite de :

Fisheries and Oceans Canada / Pêches et Océans Canada
Canadian Science Advisory Secretariat / Secrétariat canadien de consultation scientifique
200, rue Kent Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

CSAS@DFO-MPO.GC.CA

Printed on recycled paper.
Imprimé sur papier recyclé.

Correct citation for this publication:
On doit citer cette publication comme suit :

DFO, 2006. Proceedings of the recovery potential assessment meeting for eastern Arctic bowhead whales (*Balaena mysticetus*); April 7, 2006. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2006/041.

MPO, 2006. Compte rendu de l'évaluation du potentiel de rétablissement des baleines boréales de l'est de l'Arctique (*Balaena mysticetus*); le 7 avril 2006. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu. 2006/041.

TABLE OF CONTENTS — TABLE DES MATIÈRES

SUMMARY vii
SOMMAIRE vii

INTRODUCTION 1
INTRODUCTION 1

DETAILED MINUTES 2
PROCÈS-VERBAL DÉTAILLÉ 2

Establishing the current status and trajectory of the population 2
Établissement de l'état actuel et de la trajectoire de la population 2

Genetic-stock identification 2
Identification génétique des stocks 2

Movement/range 2
Déplacements / aire de répartition 2

Abundance 2
Abondance 2

Trajectory of the population 4
Trajectoire de la population 4

Current distribution (percent of historic range) 4
Répartition actuelle (pourcentage de l'aire de répartition historique) 4

Life history characteristics 6
Caractéristiques du cycle biologique 6

Distribution of sex and age class 6
Répartition selon le sexe et la classe d'âge 6

Calving rate and age at first maturity 7
Intervalle de mise bas et âge à la première maturité sexuelle 7

Body condition and size at age 7
État physique et taille selon l'âge 7

Contaminant and (pathologies) disease analysis 7
Analyse des contaminants et des maladies (pathologies) 7

Sub-population structure 7
Structure des sous-populations 7

Evaluating the effect of alternate harvest scenarios on the recovery of bowhead whales, Balaena mysticetus, in the eastern Canadian Arctic 8
Évaluation des effets d'autres scénarios d'exploitation sur le rétablissement des baleines boréales, Balaena mysticetus, dans l'est de l'Arctique canadien 8

Discussion 9
Discussion 9

Harvest scenarios 12
Scénarios d'exploitation 12

Suggestions for changes to the Research Document 13
Propositions de changements au document de recherche 13

Recovery target 15
Objectif de rétablissement 15

Recovery time 18
Délai de rétablissement 18

Biological characteristics of a recovered population 19
Caractéristiques biologiques d'une population rétablie 19

Historic role in the ecosystem 19
Rôle historique dans l'écosystème 19

Percentage of historic population 21
Pourcentage de la population historique 21

Percentage of historic range 21
Pourcentage de l'aire de répartition historique 21

Consistent with traditional knowledge 22
Conformité avec le savoir traditionnel 22

Number of mature individuals 22
Nombre d'individus adultes 22

Threats that may impact recovery 23
Menaces susceptibles de nuire au rétablissement 23

Next steps 24
Prochaines étapes 24

REFERENCES 26
RÉFÉRENCES 26

APPENDIX 1: Terms of Reference 27
ANNEXE 1 : Cadre de référence 27

APPENDIX 2: Participants 31
ANNEXE 2 : Participants 31

APPENDIX 3: Information provided to participants prior to the meeting 32
ANNEXE 3 : Information fournie aux participants avant la réunion 32

APPENDIX 4: Difference in probability of detection of a bowhead during a time period a bowhead is visible compared to an instantaneous sighting 34
ANNEXE 4 : Différence dans les probabilités de détection d'une baleine boréale pendant la période où la baleine est visible par rapport à une observation instantanée 34

SUMMARY

A national science peer review by the National Marine Mammal Peer Review Committee (NMMPRC) was held on April 7, 2006 by videoconference. The purpose of the review was to provide science advice on the recovery potential of eastern Arctic bowhead whales. The advice was intended to feed the recovery process, under Canada's *Species at Risk Act* (SARA), for bowhead whales which had been designated as "threatened" by the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC).

A similar advisory process, undertaken in 2005 for the beluga populations in Canada (DFO 2005), was used as a framework for this meeting. The meeting included discussion of the biological criteria/properties that would describe the state of a recovered bowhead population under SARA requirements including a description of the biological properties of suitable recovery targets and recovery times that could be applied to the bowhead population. The discussion also included an assessment of the recovery potential and allowable harm for the population based on the recovery targets and time frame defined during the meeting.

Two research documents were reviewed at or following the meeting: 1. stochastic projections (Alvarez-Flores in prep); 2) deterministic projections (Dueck and Richard 2006). The results of this meeting are summarized in a Science Advisory Report (DFO 2006 in prep.). This proceedings report summarizes the relevant discussions and presents the key conclusions reached at the peer review meeting.

SOMMAIRE

Un examen scientifique national réalisé par le Comité national d'examen par des pairs sur les mammifères marins (CNEPMM) a eu lieu le 7 avril 2006, par vidéoconférence. Il avait pour objet de fournir des avis scientifiques sur le potentiel de rétablissement des baleines boréales de l'est de l'Arctique. Ces avis visaient à alimenter le processus de rétablissement, entrepris en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) du Canada, de la baleine boréale qui a été désignée comme étant « menacée » par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC).

Un processus consultatif semblable, entrepris en 2005 pour les populations de beluga du Canada (MPO, 2005), a servi de cadre à la réunion. Celle-ci a porté sur les critères ou les propriétés biologiques qui décriraient l'état d'une population de baleines boréales rétablie, conformément aux exigences de la LEP, y compris la description des propriétés biologiques correspondant à des objectifs et des délais de rétablissement raisonnables pouvant être appliqués à la population de baleines boréales. La discussion a porté également sur l'évaluation du potentiel de rétablissement et des dommages admissibles à la population, par rapport aux objectifs et délais de rétablissement définis au cours de la réunion.

Deux documents de recherche ont été étudiés à la réunion ou par la suite : 1) les projections stochastiques (Alvarez-Flores, en prép.); 2) les projections déterministes (Dueck et Richard, 2006). Les résultats de la réunion sont présentés dans l'Avis scientifique (MPO, 2006, en prép.). Le présent compte rendu résume les entretiens tenus au cours de la réunion et présente les principales conclusions qui en découlent.

INTRODUCTION

The purpose of this review was to provide science advice on the recovery potential of eastern Arctic bowhead whales. The meeting followed the framework provided by the Recovery Potential Assessment (RPA) for beluga populations in Canada (DFO 2005). Discussion began with the current status of the population. Authors of the three working papers reviewed during a NMMPRC meeting (Cosens *et al.*, 2006, Dueck *et al.*, 2006 and Postma *et al.*, 2006), gave a brief summary of the material that had been reviewed. The discussion then began with a description of the current status of the population, progressed to recovery targets, population modeling and the identification of threats to the population. The Science Advisory Document was prepared from the material discussed and reviewed by all participants.

This proceedings document summarizes the discussions held during the meeting and was sent to all participants for review and approval. The proceedings document and the working paper were prepared as Proceedings and Research Documents available on the CSAS website. Key points from the meeting were used by the Recovery Team at the meeting held in Iqaluit (April 26-27, 2006) to update the Bowhead Recovery Strategy. The specific advice resulting from this peer review was published as a Science Advisory Report 2006 (in prep.) on the CSAS website.

Terms of reference for the meeting (Appendix 1) were made available to participants (Appendix 2) prior to the meeting along with some additional material for background or discussion purposes (Appendix 3).

INTRODUCTION

L'objet de l'examen était de fournir des avis scientifiques sur le potentiel de rétablissement des baleines boréales de l'est de l'Arctique. La réunion s'est déroulée suivant le cadre fourni par l'Évaluation du potentiel de rétablissement des populations de bélugas au Canada (MPO, 2005). La discussion a d'abord porté sur l'état actuel de la population. Les auteurs des trois documents de travail examinés au cours d'une réunion du CNEPMM (Cosens et coll., 2006, Dueck et coll., 2006 et Postma et coll., 2006) ont donné un bref aperçu de la documentation qui avait été examinée. Les entretiens ont ensuite porté sur une description de la situation actuelle de la population, puis sur les objectifs de rétablissement, les modèles de population et la détermination des menaces auxquelles fait face la population. Le document d'Avis scientifique a été préparé à partir de l'information étudiée et examinée par tous les participants.

Le présent compte rendu résume les discussions tenues à la réunion; il a été soumis l'examen et à l'approbation de tous les participants. Le compte rendu et le document de travail ont été préparés sous forme de compte rendu et de documents de recherche et sont disponibles sur le site Web du SCCS. Les points clés de la réunion ont été utilisés par l'équipe chargée du rétablissement, à la réunion qui a eu lieu à Iqaluit (26-27 avril 2006) en vue de mettre à jour le plan de rétablissement de la baleine boréale. Les conseils précis découlant de cet examen par des pairs ont été publiés sous forme d'Avis scientifique de 2006 (en prép.) sur le site Web du SCCS.

Le cadre de référence de la réunion (annexe 1) a été remis aux participants (annexe 2) avant la réunion, en même temps que d'autres documents contenant des renseignements de base ou destinés à animer la discussion (annexe 3).

DETAILED MINUTES

Establishing the current status and trajectory of the population

Genetic-stock identification

The current genetics work builds on the analysis done previously. While it shows that there is some weak genetic variation between some of the sampling locations, there is little or no genetic structure between the putative Hudson Bay-Foxe Basin and Davis Strait-Baffin Bay stocks. That information, in conjunction with the satellite tracking information leads us to conclude there is no support for the two stock hypothesis for eastern Arctic bowheads.

Movement/range

Tagging data indicates that bowhead whales travel widely across the eastern Arctic moving between areas once thought to be isolated (Fury and Hecla Strait). Movements between Foxe Basin and Prince Regent Inlet, between Baffin Bay and Prince Regent Inlet, as well as movements into all three areas documented in a single year have to be considered when interpreting the survey results to reduce the probability of double counting whales moving between survey areas.

Abundance

Bowhead whale surveys were conducted in conjunction with narwhal surveys in 2002, 2003 and 2004. The abundance estimates have been adjusted for availability bias (Appendix 4); the estimates presented in the working document at the last meeting (Cosens *et al.*, 2006) have been updated with the dive correction factor 0.253 (Table 1). The calculation used to determine the dive correction is considered conservative. Observers have a very short period of time

PROCÈS-VERBAL DÉTAILLÉ

Établissement de l'état actuel et de la trajectoire de la population

Identification génétique des stocks

Les travaux génétiques actuels s'appuient sur des analyses précédentes. Même s'ils montrent de faibles variations génétiques entre certains des emplacements échantillonnés, il n'y a pas de structure génétique ou presque entre les stocks présumés de la baie d'Hudson-bassin Foxe et du détroit de Davis-baie Baffin. Cette information, associée aux données de suivi par satellite, nous porte à conclure que rien n'appuie l'hypothèse des deux stocks de baleines boréales de l'est de l'Arctique.

Déplacements / aire de répartition

Les données tirées du marquage révèlent que les baleines boréales effectuent de grands déplacements dans l'est de l'Arctique, entre des zones que l'on croyait auparavant isolées (détroit de Fury and Hecla). Il faut tenir compte des déplacements entre le bassin Foxe et l'inlet Prince-Régent, entre la baie Baffin et l'inlet Prince-Régent, ainsi qu'à l'intérieur de ces trois zones, documentés au cours d'une même année, quand on interprète les résultats des relevés afin de réduire la probabilité de compter en double des baleines qui se déplacent entre les zones de relevé.

Abondance

Les relevés de baleines boréales ont été menés en association avec les relevés de narvals en 2002, 2003 et 2004. L'estimation de l'abondance a été rajustée en fonction du biais de disponibilité (annexe 4); les estimations présentées dans le document de travail à la dernière réunion (Cosens et coll., 2006) ont été mises à jour à l'aide du facteur de correction des plongées de 0,253 (tableau 1). Le calcul utilisé pour déterminer le facteur de correction est jugé prudent.

within which to detect whales because of the flat windows, speed and altitude of the aircraft. Time lapses between when a whale was first seen and when it reached a position perpendicular to the observer were mostly between 2 and 4 seconds.

Initially, when the surveys were run, the plan was to sum the estimates, however subsequent tracking data indicated an overlap in bowhead movements between survey strata so there was a risk of counting some whales more than once if the estimates are summed. With adjustments for diving whales, an estimated 7,309 (95% CI = 3,161-16,900) bowheads occupied Eclipse Sound, Prince Regent Inlet and Gulf of Boothia in 2002. This should be considered the best partial estimate for the eastern Arctic population, as it did not include whales along the east coast of Baffin Island, in Hudson Bay or Foxe Basin and in other areas such as Peel Sound, which has never been surveyed for bowheads.

Les observateurs ont très peu de temps pour détecter les baleines à cause des hublots plats, de la vitesse et de l'altitude de l'avion. Le délai entre le moment où la baleine est aperçue et où elle atteint la perpendiculaire par rapport à l'observateur était généralement de 2 à 4 secondes.

Au départ, quand les relevés ont été effectués, on prévoyait faire la somme des estimations; toutefois, des données de suivi ont montré un recoupement des mouvements des baleines entre les strates de relevé, de sorte qu'il y avait un risque de compter certaines baleines plus d'une fois si l'on se contentait de faire la somme des estimations. En apportant des correctifs tenant compte des baleines en plongée, on estime que 7 309 (IC 95 % = 3 161 – 16 900) baleines boréales se trouvaient dans le détroit d'Éclipse, l'inlet Prince-Régent et le golfe de Boothia en 2002. Cette donnée devrait être considérée comme la meilleure estimation partielle de la population de l'est de l'Arctique, car elle n'inclut pas les baleines qui se trouvaient le long de la côte est de l'île Baffin, dans la baie d'Hudson ou le bassin Foxe et à d'autres endroits comme le détroit de Peel où il n'y a jamais eu de relevé des baleines boréales.

Table 1. Abundance estimates of bowhead whales corrected for time spent at the surface.

Area[1]	PRI-GoB-ES (2002 survey)		GoB-FB-HB (2003 survey)		AI-BI (2003 survey)	
Parameters	Estimate	CV	Estimate	CV	Estimate	CV
Surface estimate (N)	1,847	41%	248	60%	462	30%
Proportion available at surface (Pa)	25.3%	18%	25.3%	18%	25.3%	18%
N adjusted for availability bias (Na)	7,309	45%	981	62%	1,828	35%
Confidence limits of Na (alpha = 0.05)	lower	upper	lower	upper	lower	upper
	3,161	16,900	319	3,018	940	3,554

[1]Area abbreviations used: Prince Regent Inlet (PRI), Eclipse Sound (ES), Gulf of Boothia (GoB), Foxe Basin (FB), Northwestern Hudson Bay (HB), Admiralty Inlet (AI), East Baffin Island (BI)

Tableau 1. Estimation de l'abondance des baleine boréales, corrigée en fonction du temps passé à la surface.

Zone[1]	IPR-GdB-DE (relevé de 2002)		GdB-BF-BH (relevé de 2003)		IA-IB (relevé de 2003)	
Paramètres	Estimation	CV	Estimation	CV	Estimation	CV
Estimation à la surface (N)	1 847	41 %	248	60 %	462	30 %
Proportion disponible à la surface (Pa)	25,3 %	18 %	25,3 %	18 %	25,3 %	18 %
N rajusté en fonction du biais de disponibilité (Nd)	7 309	45 %	981	62 %	1 828	35 %
Limite de confiance de Nd (alpha = 0,05)	lower	upper	lower	upper	lower	upper
	3 161	16 900	319	3 018	940	3 554

[1]Abréviations utilisées pour les zones : inlet Prince-Régent (IPR), détroit d'Éclipse (DE), golfe de Boothia (GdB), bassin Foxe (BF), nord-ouest de la baie d'Hudson (BH), inlet de l'Amirauté (IA), est de l'île Baffin (IB)

Trajectory of the population

A population trajectory cannot be based on a single survey. Inuit Qaujimajatuqangit (IQ) or Inuit knowledge, supports the idea that the population is increasing but it is not quantitative. The accuracy of historic estimates at the end of the whaling period provides quantitative estimates but confidence in their accuracy is low. At the end of commercial whaling, bowheads were thought to number in the hundreds in Davis Strait and about tens of whales in Hudson Bay (Mitchell and Reeves 1982). It is possible to reach a population in the thousands with a starting population of a few hundred animals over a hundred years with the growth rate of 3.4% found in the B-C-B population.

Trajectoire de la population

La trajectoire d'une population ne peut être fondée sur un seul relevé. Selon l'Inuit Qaujimajatuqangit (IQ) ou savoir inuit, la population serait en hausse, mais cette impression n'est pas quantifiée. La précision des estimations historiques de la fin de la période de la chasse à la baleine fournit une évaluation quantitative, mais le niveau de confiance quant à leur exactitude est faible. À la fin de la chasse commerciale, on croit que les baleines boréales étaient quelques centaines dans le détroit de Davis et quelques dizaines dans la baie d'Hudson (Mitchell et Reeves, 1982). Il est possible qu'une population de départ de quelques centaines de bêtes atteigne quelques milliers sur une centaine d'années à un taux de croissance de 3,4 % comme celui de la population B-T-B.

Current distribution (percent of historic range)

Bowhead distribution now, in comparison to their historic range, was considered by the participants. Bowheads are distributed throughout most of their known historic range except for the Strait of Belle Isle area and presumably throughout the Labrador Sea where they are not regularly observed now. Early whaling literature documents the

Répartition actuelle (pourcentage de l'aire de répartition historique)

Les participants se sont penchés sur la répartition actuelle des baleines boréales, par rapport à leur aire historique. Les baleines sont réparties à peu près dans toute leur aire historique connue, sauf la région du détroit de Belle-Isle et, probablement, toute la mer du Labrador où on ne les voit plus souvent maintenant. Des

occurrence of bowheads off the Newfoundland and Labrador coast. Occasionally, dead bowheads have washed up along the Newfoundland and Labrador coast in recent years and likely would have died nearby rather than being carried down from the Arctic. Evidence suggests that they get occasional juvenile stragglers but there are no common sightings of bowheads in this area now.

documents datant du début de la chasse font état de la présence de baleines boréales au large des côtes de Terre-Neuve et du Labrador. Occasionnellement, des baleines mortes ont été jetées sur les côtes de Terre-Neuve et du Labrador par la mer ces dernières années; elles seraient vraisemblablement mortes à proximité plutôt que d'avoir été entraînées par les courants depuis l'Arctique. Selon la documentation, on observerait une jeune baleine isolée à l'occasion, mais la présence des baleines boréales dans cette région n'est plus un événement courant.

The current range of eastern Arctic bowheads may have been reduced from some of its southern range. The extent of the reduction is not known and is related to the issue of population identity. If we assume the animals were from one population, the current distribution may have been reduced by up to one-third of their historic range but if they are from more than one population we would be overstating the reduction. In the Bering-Chukchi-Beaufort Sea (B-C-B) population, it has been suggested that historically there were two populations of bowheads, one that stayed in the Bering Sea and one that migrated into Arctic waters annually. It has been postulated that the southern population, being more vulnerable to whaling, was extirpated leaving today's migratory population. If a similar situation had occurred on the east coast, with the southern animals belonging to a separate population, then including their historic range with eastern Arctic bowheads would overstate the decrease in distribution that has occurred. We currently do not have genetic evidence to describe the identity of bowhead whales off Canada's east coast. Genetic analysis of Red Bay archaeological samples will be used to compare to current sequencing data, and may shed light on this situation. The possibility of there being more than one population historically cannot be ruled out.

L'aire de répartition actuelle des baleines boréales de l'est de l'Arctique pourrait avoir diminué par rapport à son aire du sud. On ne connaît pas l'ampleur de la contraction qui aurait un lien avec la question de l'identité des populations. Si nous supposons que les baleines font partie d'une seule population, l'aire de répartition aurait diminué du tiers par apport à l'aire historique; par ailleurs, si elles font partie de plus d'une population, nous surestimons la diminution. Pour l'ensemble des mers de Béring, des Tchouktches et de Beaufort (B-T-B), on supposait qu'il existait dans le passé deux populations de baleines, l'une qui demeurait dans la mer de Béring et l'autre qui migrait chaque année dans les eaux de l'Arctique. On a avancé l'hypothèse selon laquelle la population du sud, plus vulnérable face à la chasse, serait disparue au pays, laissant la population migratrice que l'on observe aujourd'hui. Si une situation semblable s'était produite sur la côte est, et que les baleines du sud appartiennent à une population distincte, en incluant leur aire de répartition historique à celle des baleines de l'est de l'Arctique, on surestimerait la contraction de leur territoire. Nous n'avons actuellement aucune preuve génétique permettant de décrire l'identité des baleines boréales qui sont au large de la côte est du Canada. Les analyses génétiques des échantillons archéologiques de Red Bay seront utilisées pour comparer les données de séquençage et pourraient jeter un peu de lumière sur la situation. La

possibilité de la présence de plus d'une population dans le passé ne peut être complètement éliminée.

Life history characteristics

In terms of life history characteristics, we don't have information from the eastern Arctic population and so we assume that the parameters derived from the B-C-B population would apply.

Caractéristiques du cycle biologique

En ce qui a trait aux caractéristiques du cycle biologique, nous ne disposons pas d'information sur la population de l'est de l'Arctique, de sorte que nous assumons que les paramètres établis à partir de la population B-T-B sont applicables.

Distribution of sex and age class

There does not appear to be a change in the current age and gender distribution in comparison with the whaling literature. The literature for the Hudson Bay area is consistent with what is observed now; the area supports a high proportion of females and juveniles suggesting that it was and still is an important calving area. The short time it took to deplete the stock in Hudson Bay is further support for this.

Répartition selon le sexe et la classe d'âge

Il ne semble pas y avoir de changement dans la répartition actuelle selon l'âge et le sexe par rapport à la documentation sur la chasse à la baleine. Pour la région de la baie d'Hudson, l'information correspond aux observations actuelles; on trouve dans la région une forte proportion de femelles et de jeunes, ce qui porte à croire qu'elle était et demeure une importante aire de mise bas. Le peu de temps qu'il a fallu pour décimer le stock de la baie d'Hudson vient d'ailleurs étayer cette hypothèse.

Overlap in size between juveniles (length less than 13 m) and mature individuals (12-13 m) makes it difficult to identify the age class of some whales. Nevertheless, photogrammetric work and visual observations during surveys suggests that Foxe Basin, Hudson Bay, Prince Regent Inlet and Eclipse Sound have a higher proportion of juveniles and cow-calf pairs than the other areas surveyed. Juveniles and cows with calves move through Fury and Hecla Strait into Gulf of Boothia and Prince Regent Inlet. However one of the animals taken at Repulse Bay in a recent hunt was a large male, so they are not excluded from Hudson Bay. Bowheads observed along the east side of Baffin Island are primarily adults, but cows and calves are occasionally seen have been reported by Inuit. When we assumed that there were two populations in the eastern Arctic, the age class and gender distribution appeared to be skewed. Now that we are considering the single population model to

À cause du recoupement de tailles des juvéniles (moins de 13 m de long) et des adultes (12 à 13 m) il est difficile de déterminer la classe d'âge de certaines baleines. Néanmoins, les travaux photogrammétriques et les observations visuelles faites au cours des relevés semblent indiquer que l'on trouve dans le bassin Foxe, la baie d'Hudson, l'inlet Prince-Régent et le détroit d'Éclipse une plus forte proportion de jeunes et de couples mère-petit que dans les autres zones de relevé. Les juvéniles et les mères avec des baleineaux se déplacent dans le détroit de Fury et Hecla vers le golfe de Boothia et l'inlet Prince-Régent. Toutefois, une des baleines capturées dans la baie Repulse au cours d'une récente chasse était un gros mâle, de sorte qu'ils ne sont pas exclus de la baie d'Hudson. Les baleines boréales observées le long de l'est de l'île Baffin sont principalement des adultes, mais des mères et des baleineaux sont signalés occasionnellement par des

describe eastern Arctic bowheads, the age and sex distribution appears to be normal.

Inuits. Quand nous assumions qu'il y avait deux populations dans l'est de l'Arctique, la répartition selon la classe d'âge et le sexe semblait faussée. Maintenant que nous nous en tenons au modèle d'une population unique pour décrire les baleines de l'est de l'Arctique, la répartition selon l'âge et le sexe semble normale.

Calving rate and age at first maturity

Most data on reproduction and life history parameters comes from the B-C-B population. Calving rate there is estimated to be one calf every three to four years. B-C-B females are 12-14 m in length when first seen with calves, which is thought to correspond to about 25 years of age. This is similar to the survey results in the eastern arctic where females are first seen with calves at about 13.5 m. Survey data generally can't be used to estimate calf production, because calves may be identified as juveniles when they are sighted. However, survey data may provide an index of calf production.

Intervalle de mise bas et âge à la première maturité sexuelle

La plupart des données sur la reproduction et les paramètres biologiques sont tirées de la population de B-T-B. L'intervalle de mise bas à cet endroit est d'environ un baleineau tous les trois ou quatre ans. Les femelles de B-T-B mesurent entre 12 et 14 m de long quand on les observe pour la première fois avec leurs petits, ce qui correspondrait à environ 25 ans. Ces résultats sont semblables à ceux du relevé de l'est de l'Arctique où les femelles sont observées pour la première fois avec leur baleineau à environ 13,5 m. De façon générale, on ne peut utiliser les données de relevé pour estimer la production de baleineaux parce que ceux-ci pourraient être désignés comme juvéniles à l'observation. Toutefois, les données peuvent fournir un indice de la mise bas.

Body condition and size at age

We have no data from the eastern arctic.

État physique et taille selon l'âge

Nous n'avons aucune donnée pour l'est de l'Arctique

Contaminant and (pathologies) disease analysis

There is no contaminant or disease information available for this population.

Analyse des contaminants et des maladies (pathologies)

Nous ne disposons d'aucune information sur les contaminants ou les maladies pour cette population.

Sub-population structure

The age segregation may be the only relevant sub-population structure.

Structure des sous-populations

La segmentation selon âge pourrait être la seule forme pertinente de structure des sous-populations.

Evaluating the effect of alternate harvest scenarios on the recovery of bowhead whales, Balaena mysticetus, in the eastern Canadian Arctic

Author: C. Alvarez-Flores
Presenter: P. Richard

The paper looks at bowhead recovery trajectories under various harvest scenarios. The simulation used a stochastic generalized logistic model with process error (log normal) introduced into the equation to make it more realistic over the 100 year projection. The start populations of 7,104 (PRI-GoB-ES) and 3,154 (GoB-FB-HB and AI-BI) were used based on preliminary results of aerial surveys which have since been updated (Table 1). In the AI-BI survey, a different dive correction was used (1/.21) because the area was frequented principally by adult animals. Projections were run using a variety of parameters to span the range of possible parameters of population growth. Trajectories were modeled using several catch scenarios: no harvesting, harvesting one whale per year, one every two years plus one every 13 years (the current harvest level), four whales for N_0=3,154 (CV=27%) and eight whales for N_0=7,104 (CV=41%) and a more complex strategy with surveys every ten years and harvest re-calculated after each survey.

The Years-To-Recovery (YTR) results presented are the 95th percentile of the distribution of the projected time to recovery using the stochastic model (i.e., the number of years when, in 95% of the simulated trajectories, the population achieved recovery). The population is projected a certain number of times and then the frequency distribution of YTR is computed. The 95th percentile under examination is the

Évaluation des effets d'autres scénarios d'exploitation sur le rétablissement des baleines boréales, Balaena mysticetus, dans l'est de l'Arctique canadien

Auteur : C. Alvarez-Flores
Présentateur : P. Richard

Dans ce document, les auteurs étudient la trajectoire de rétablissement de la baleine boréale suivant différents scénarios d'exploitation. La simulation a été effectuée à l'aide d'un modèle logistique généralisé stochastique, une erreur de traitement (log-normale) étant introduite dans l'équation pour la rendre plus réaliste sur les cent années de projection. Des populations de départ de 7 104 (IPR-GdB-DE) et de 3 154 (GdB-BF-BH et IA-IB) ont été utilisées, selon les résultats préliminaires de relevés aériens qui ont depuis été mis à jour (tableau 1). Dans le cas du relevé IA-IB, un facteur de correction de plongée différent a été utilisé (1/0,21) parce que la zone est fréquentée principalement par des adultes. Les projections ont été calculées à l'aide de divers paramètres représentatifs de l'ensemble de la gamme possible de paramètres d'accroissement de la population. Plusieurs scénarios de captures ont servi à la modélisation des trajectoires : exploitation zéro, capture d'une baleine par année, une à tous les deux ans plus une à tous les 13 ans (taux actuel de capture), quatre baleines pour N_0=3 154 (CV=27 %) et huit baleines pour N_0=7 104 (CV=41 %) et un plan plus complexe supposant des relevés à tous les dix ans et un taux d'exploitation recalculé après chaque relevé.

Les résultats présentés au sujet du délai de rétablissement (DR) correspondent au 95^{e} percentile de l'échelle de temps prévu pour le rétablissement, obtenue à l'aide du modèle stochastique (c.-à-d. le nombre d'années requises pour que, dans 95 % des trajectoires simulées, la population se rétablisse). Les projections de la population sont exécutées un certain nombre de fois et la répartition de fréquence du DR est alors

actual resulting empirical distribution from the accumulation of projections, not an analytical solution. Most of the harvest strategies do not vary much in YTR compared to the zero-catch scenario except when harvest is recalculated every ten years after a survey. Depending on the size of the population and K and R_{max} values chosen, recovery could be reached soon or in a few decades.

Discussion

Process error (population growth rate)

There was considerable discussion about process error. Choice of error model is critical as we are looking at the 95% lower confidence limit for YTR. There was concern that the model does not allow growth rates lower than 3-5% and, therefore, does not reflect the range of possible growth rates that could occur. For example, in the case of the eastern pacific grey whale, there was a well-documented continuous growth of around 3% over about 30 years followed by a 25% decline in population over 4 years. Large whale populations may not have the potential to grow at rates greater than 5%, which is dealt with quite well in the paper, but they do have the ability to decline by significant fractions. The model presented contains no information to assess that type of process error.

The process error was chosen arbitrarily (P=0.8 and sigma process of 0.05). When runs were made to check the distribution in abundance using different parameter variations, and correlations in annual rates of increase, the maximum rates of increase slightly exceeded the plausible range for bowhead growth. The process error makes projections more realistic as they show

calculée. Le 95e percentile soumis à l'examen est la répartition empirique réelle résultant de l'accumulation des projections et non une solution analytique. Le DR varie peu pour la plupart des stratégies de chasse, comparativement au scénario de capture zéro, sauf quand le taux d'exploitation est recalculé tous les dix ans, après un relevé. Selon la taille de la population et les valeurs K et R_{max} choisies, le rétablissement pourrait être atteint rapidement ou en quelques décennies.

Discussion

Erreur de traitement (taux de croissance de la population)

Une longue discussion porte sur l'erreur de traitement. Le choix du modèle d'erreur est crucial puisque nous utilisons la limite de confiance inférieure de 95 % pour le DR. Certains craignent que le modèle ne permette pas des taux de croissance de moins de 3 à 5 % et, par conséquent, ne montre pas toute la gamme des taux de croissance possibles. Par exemple, dans le cas de la baleine grise de Californie, on a noté une croissance continue bien documentée d'environ 3 % sur une trentaine d'années, suivi d'une baisse de 25 % de la population sur 4 ans. Les grandes populations de baleines n'ont peut-être pas le potentiel de croître à un rythme de plus de 5 %, ce qui est bien expliqué dans le document, mais leur croissance peut décliner d'un pourcentage important. Le modèle présenté ne contient aucune information permettant d'évaluer ce genre d'erreur de traitement.

Le choix de l'erreur de traitement a été arbitraire (P=0,8 et écart-type de 0,05). Quand le modèle a été exécuté pour vérifier la répartition d'abondance au moyen de différentes variantes des paramètres et des corrélations des taux annuels d'augmentation, le taux maximal d'accroissement dépassait légèrement l'échelle plausible pour la croissance des

some variation and the variation is correlated in time as would be expected to occur in reality. The model chosen was one that is used widely in analogous production models. Lower growth rates are more relevant when approaching carrying capacity and may account for the population decline reported for grey whales. The purpose of this modeling exercise was to calculate the time to reach 70% of K; for the most part, we expect growth to be positive during all of that period. Around K, we might expect some more cases with negative growth.

baleines boréales. L'erreur de traitement rend les projections plus réalistes, puisqu'elle crée une certaine variation et que la variation est associée au temps comme cela se produirait en réalité. Le modèle choisi est l'un de ceux qui sont largement utilisés dans les modèles de production analogue. Les taux de croissance inférieurs sont plus pertinents quand on se rapproche de la capacité de charge et pourraient expliquer la baisse de population de baleines grises de Californie signalée. Le but de l'exercice de modélisation était de calculer le temps nécessaire pour atteindre 70 % de K; en général, nous nous attendons à ce que la croissance soit positive pendant toute cette période. Près de K, on peut s'attendre à des scénarios de croissance négative.

What is the minimum rate of increase allowed by this model? If the model allows a minimum rate of increase of 3% until the population gets close to K, and we are only looking at when the population gets to 70% of K, what is the realized rate of increase over that time period? At higher population densities, the absolute growth can be negative as the population approaches K. The autocorrelation is reasonable but the variability (not the autocorrelation aspect) around the deterministic line under-represents what occurs in populations, particularly the potential for decline.

Quel est le taux d'accroissement minimal que permet ce modèle? Si le modèle permet une croissance minimale de 3 % jusqu'à ce que la population se rapproche de K, et que nous ne nous intéressons qu'au moment où la population atteindra 70 % de K, quel est alors le taux d'augmentation réalisé pendant cette période? À des densités de population supérieures, la croissance absolue peut être négative lorsque la population s'approche de K. L'autocorrélation est raisonnable, mais la variation (et non pas l'aspect d'autocorrélation) autour de la courbe déterministe sous-estime ce qui se produit au sein des populations, notamment le potentiel de baisse.

Sensitivity analysis can be used to explore the range of parameters for process error and the results used to update the model. It was agreed that while the model may need to be updated, it allows for the comparison of different harvest strategies and their impact on recovery. All catch levels caused minimal delays in the time to recovery obtained except for the complex strategy with surveys every ten years and harvest re-calculated after each survey. The author felt that when looking at a single

Il est possible d'utiliser des analyses de sensibilité pour explorer la gamme de paramètres liés à l'erreur de traitement et les résultats utilisés pour mettre à jour le modèle. On a reconnu que si le modèle pouvait nécessiter une mise à jour, il permettait tout de même la comparaison de différentes stratégies de capture et de leurs effets sur le rétablissement. Tous les niveaux de capture ont causé un prolongement minimal du délai de rétablissement obtenu, sauf pour la

set of population parameters and current population size, regardless of what the parameter values were, the same results would hold under the same assumptions. The assumptions being that this bowhead population is appropriately described by a logistic model with parameter values within the range used in the present analysis, with the environmental conditions within the limits imposed by the model (including the occurrence of catastrophic events) and that there are no other significant sources of mortality.

stratégie complexe des relevés aux dix ans avec un taux de capture recalculé après chaque relevé. Selon l'auteur, si l'on a recours à un seul ensemble de paramètres de population avec la taille actuelle de la population, quelles que soient les valeurs des paramètres, on obtiendra les mêmes résultats à partir des mêmes hypothèses, celles-ci étant que la population de baleines boréales est correctement décrite par un modèle logistique dont les valeurs paramétriques se situent dans l'échelle utilisée par la présente analyse, les conditions environnementales se situant dans les limites imposées par le modèle (y compris l'occurrence de catastrophes) et qu'il n'y a pas d'autres sources importantes de mortalité.

Given a minimum annual rate of increase of 3%, and the low levels of removals, the model shows there is not much difference in YTR with different harvest levels. As we don't know the current population trend, it would be interesting to know what rate of increase is required to get recovery within the desired timeframe. This would get around the need to assume a particular rate of increase to begin with.

En supposant un taux annuel minimum d'accroissement de 3 % et de faibles taux de retraits, le modèle montre qu'il n'y a pas beaucoup de différence dans le DR à différents taux d'exploitation. Puisque nous ne connaissons pas la tendance actuelle de la population, il serait intéressant de savoir quel serait le taux de croissance requis pour obtenir le rétablissement dans le délai souhaité. Cela éviterait de devoir définir un taux de croissance particulier pour commencer.

A basic tenant in population biology is that over time as the population approaches equilibrium, population growth rate will vary around zero. There was concern about the population growth rate and the expected variability. How much variation should we expect in a bowhead population? It was suggested that calculating deterministic results for population growth rates of 1%, 2%, 3% and 4% would be useful. The method used to set harvest levels should be robust enough to deal with the possibility that the growth rate is actually half of what is expected.

Un des principes de base de la biologie des populations est qu'avec le temps, tandis que la population se rapproche de l'équilibre, le taux de croissance oscille autour de zéro. On s'inquiète du taux de croissance de la population et de la variation prévue. Quelle est la variation à laquelle il faudrait s'attendre d'une population de baleines boréales? On croit qu'il serait utile de calculer des résultats déterministes pour des taux de croissance de la population de 1 %, 2 %, 3 % et 4 %. La méthode utilisée pour fixer le taux d'exploitation devrait être suffisamment robuste pour tenir compte du risque d'avoir un taux de croissance moitié moindre que prévu.

Harvest scenarios

It was decided that various harvest scenarios should be explored. The range of harvest scenarios should go from zero to something that is clearly unacceptable (i.e. impedes recovery). The working paper implies that Potential Biological Removal (PBR) is not as good as other options because it recommends a harvest level that is too high. In addition, changing our harvest recommendation every five or ten years, on the basis of an updated PBR, will slow recovery compared to taking a constant low harvest or no harvest. The main message is that a harvest below a certain level (which looks like eight) does not look like it is going to have a serious impact on recovery.

The specific time it takes to reach recovery is more of a political or social issue than a biological issue. In Canada, the Minister has the authority to make the final decisions and takes responsibility for those decisions. All harvest can be stopped and enforcement and science effort can be increased to ensure recovery is fast, but with a resulting increase in costs, or the Minister can accept the risk of lower costs, lower enforcement and longer recovery times.

It was noted that the approach taken for bowheads differed from that taken with belugas. For belugas the populations were projected forward in time and the catch levels that prevented recovery (i.e. no change in population size) were determined. A full Bayesian analysis, which had a probability distribution for the population parameters, was available for belugas so there were observation errors in the projections. This meant we could use a range of values in a probability distribution for each parameter which gave a large

Scénarios d'exploitation

Il a été déterminé qu'il convenait d'examiner divers scenarios d'exploitation. La gamme des scénarios devrait varier entre zéro jusqu'à un taux clairement inacceptable (qui empêcherait le rétablissement). Le document de travail laisse supposer que les retraits biologiques potentiels (RBP) ne constituent pas une solution aussi bonne que d'autres parce qu'elle préconise un taux d'exploitation trop élevé. De plus, changer notre recommandation à tous les cinq ou dix ans en se fondant sur des RBP mis à jour ne servira qu'à ralentir le rétablissement comparativement à un taux faible mais constant ou à l'absence de capture. Le message qu'il convient de retirer est que des captures inférieures à un certain niveau (qui semble être autour de huit) ne semble pas avoir d'effets graves sur le rétablissement.

Le délai précis de rétablissement est davantage une question politique ou sociale que biologique. Au Canada, le Ministre a le pouvoir de prendre la décision finale et assume la responsabilité de ses décisions. Il est possible d'arrêter les captures et d'intensifier les efforts d'application des règlements et de recherche pour garantir un rétablissement rapide quoique qu'à des coûts plus élevés; le Ministre peut aussi accepter le risque que supposent des coûts moindres, une intensité d'application des règlements moindre et un délai de rétablissement plus long.

On note que la démarche adoptée pour les baleines boréales est différente de celle des bélugas. Pour ces derniers, on a fait des prévisions des populations dans le temps et on a déterminé les taux de capture qui empêchaient le rétablissement (pas de changement de la taille de la population, par exemple). Une analyse bayesienne complète, comportant une répartition de la probabilité pour les paramètres de population, était disponible pour les bélugas, de sorte qu'il y avait des erreurs d'observation dans les projections. Cela

number of options for the parameters in a distribution. In contrast, for bowheads we are projecting the population each time using a single value for R_{max} and K. Therefore, we cannot produce a graph that says if the harvest is 20 whales per year then there is a 90% change that the population will decline. We can say that if the minimum growth rate we think is biologically possible is 1%, and the smallest population that we think is reasonable given our current information is say 3,000 then give a harvest that would prevent that population from recovering (i.e., a typical "worst case" scenario rather than a probability distribution approach). We need to underline the uncertainties in the discussion to ensure that it is clear these recommendations are based on limited information. This can be captured in the "sources of uncertainty" section of the document.

signifie que nous pourrions utiliser une échelle de valeurs dans une répartition de probabilités pour chaque paramètre qui a donné un certain nombre d'options pour les paramètres d'une répartition donnée. Par ailleurs, pour les baleines boréales, nous projetons la population à chaque fois en utilisant une seule valeur de R_{max} et K. Par conséquent, nous ne pouvons produire un graphique indiquant que si les captures sont de 20 baleines par année, il y aura alors des risques de baisse de la population de 90 %. Nous pouvons cependant affirmer que si le taux de croissance minimal que nous jugeons biologiquement possible est de 1 %, et que la plus petite population que nous jugeons raisonnable compte tenu de l'information disponible est par exemple de 3 000, il faut alors fournir un taux de captures qui empêcherait la population de se rétablir (c.-à-d. le scénario « du pire » plutôt qu'une approche par répartition des probabilités). Nous devons souligner certaines des incertitudes de la discussion pour nous assurer qu'il est clairement établi que ces recommandations sont basées sur une information limitée. Cela pourrait être inclus dans la section du document portant sur les sources d'incertitude.

Suggestions for changes to the Research Document

The document requires revision for publication as a Research Document. Larry Dueck will work with Carlos to make the necessary revisions. He will coordinate, gather, compile and distribute review and revision information and all meeting participants will be asked to contribute to the review of the document.

For the Bowhead Recovery Team meeting in Iqaluit, the results need to be approved by this group (via e-mail) before it goes forward to the Team. The deterministic projections can be determined fairly easily if the process errors are not needed. The results will be different because deterministic projections provide median YTR. With Carlos' results, he used the 95th

Propositions de changements au document de recherche

Le document doit être révisé avant d'être publié sous forme de document de recherche. Larry Dueck travaillera avec Carlos en vue d'apporter les correctifs nécessaires. Il coordonnera, recueillera, compilera et distribuera l'information nécessaire à l'examen et à la révision. Tous les participants à la réunion seront appelés à contribuer à l'examen du document.

En ce qui concerne la réunion de l'équipe chargée du rétablissement de la baleine boréale à Iqaluit, les résultats doivent être approuvés par notre groupe (par courriel) avant d'être transmis à l'équipe. Les projections déterministes peuvent être établies relativement facilement si les erreurs de traitement ne sont pas nécessaires. Les résultats seront différents

percentile because of the stochasticity in the process error. Larry will calculate and distribute deterministic model numbers to the group for approval before the Bowhead Recovery Team meeting. We will use only the 7,309 population estimate. We should do deterministic projections with the 60th percentile lower confidence limit of the 7,309 and project that separately with each rate from 0.1 to 0.4 and then do all the harvest scenarios on that. We would find out when we reach an 80th percentile of 8,610.

parce que les projections déterministes donnent un délai moyen de rétablissement. Avec les résultats de Carlos, il a utilisé le 95e percentile à cause de la stochasticité de l'erreur de traitement. Larry calculera et soumettra les données fournies par le modèle déterministe à l'approbation du groupe avant la réunion de l'équipe chargée du rétablissement de la baleine boréale. Nous utiliserons seulement l'estimation de population de 7 309. Nous devrions faire des projections déterministes avec la limite de confiance inférieure du 60e percentile des 7 309, et projeter le résultat séparément avec chaque taux de 0,1 à 0,4, puis calculer tous les scénarios d'exploitation à partir de ce résultat. Nous pourrions alors découvrir le moment où nous atteignons le 80e percentile de 8 610.

The details suggested to validate the stochastic generalized logistic model, may take longer and will not be available in time for the Bowhead Recovery T eam meeting.

Les détails proposés pour valider le modèle logistique généralisé stochastique pourraient prendre plus de temps et ne seront pas disponibles à temps pour la réunion de l'équipe chargée du rétablissement des baleines boréales.

- Z should be psi.
- Table 3, z should be Ψ.
- There is a bracket missing between the "="and N_t and between the "]" and e^{vt} in the model formula.
- Give the distribution of the (tail of) growth rates in the paper. It is not clear what the realized growth rates would be for the simulation. (Confusion caused by table of maximum (ever realized) rates in the projection.) It is not clear what the range of variability is in the paper.

- Z devrait être psi.
- Au tableau 2, z devrait être Ψ.
- Il y a un crochet qui manque entre « = » et N_t et entre «] » et e^{vt} dans la formule du modèle.
- Il faut donner la répartition (fin) des taux de croissance dans le document. On ne distingue pas clairement ce que seraient les taux de croissance obtenus à l'aide de la simulation. (La confusion est causée par le tableau des taux maximaux [plus élevés jamais obtenus] dans la projection.) Le document n'indique pas clairement ce qu'est l'échelle de variation.

- Look at options for the process error other than what has been done to date.

- Examiner les options d'erreurs de traitement autres que ce qui a été fait jusqu'à maintenant.

- Include other harvest options that need to be explored up to harvest options that would lead to no recovery. Expand the harvest levels. Range of harvest should go from zero to something that is clearly unacceptable. Within the context of this

- Inclure d'autres options d'exploitation à examiner jusqu'à celle qui ne donnerait aucun rétablissement. Élargir l'éventail des taux de capture. Il devrait s'étendre de zéro jusqu'à un point clairement inacceptable. Dans le contexte de cet

exercise we should be stopping at zero recovery with a range of variability around it. (Zero recovery at 1, 2, 3 and 4% rates of growth increase.)

- Look at rates of growth that are lower than the range we have chosen (1%, 2%, 3%, and 4%)
- Develop a figure showing the distribution of error terms around the growth models.
- Can we come up with a table with various growth rates from 1% to 4%, various harvest levels and then YTR (i.e., can we do graphs similar to those done for belugas)?

- Provide (both) population level estimate and YTR.

- Add results of deterministic projections developed using various harvest levels and growth rates of 1%, 2%, 3% and 4%.
- Mention the growth rates for the grey whale population and the bowhead population in the Beaufort Sea as examples.

- Address the concerns with PBR, for example, present the removals as "harvest options" or "harvest approach" or "removals" (e.g. removals = 1, 2, 4 and 8) rather than PBR. If it is important to keep the idea of PBR somewhere else, outlined and under a separate management approach.

exercice, nous devrions arrêter au rétablissement zéro en incluant une gamme de variations à proximité. (Le rétablissement zéro à des taux de croissance de 1, 2, 3 et 4 %.)

- Examiner les taux de croissance qui sont inférieurs à l'échelle que nous avons choisie (1 %, 2 %, 3 % et 4 %)
- Créer une figure illustrant la répartition des termes de l'erreur autour des modèles de croissance.
- Pouvons-nous arriver à un tableau de divers taux de croissance de 1 % à 4 %, divers taux d'exploitation et les délais de rétablissement (c.-à-d. pouvons-nous produire des graphiques semblables à ceux qui ont été élaborés pour les bélugas)?
- Fournir une estimation du niveau de population et un délai de rétablissement.
- Ajouter les résultats des projections déterministes obtenues au moyen de divers taux d'exploitation et des taux de croissance de 1 %, 2 %, 3 % et 4 %
- Donner, comme exemples, les taux de croissance pour la population de baleines grises et la population de baleines boréales de la mer de Beaufort.
- Répondre aux préoccupations soulevées par les RBP, par exemple, présenter les retraits comme des « options d'exploitation » ou une « approche d'exploitation » ou des « retraits » (p. ex. retraits = 1, 2, 4 et 8) plutôt que comme des RBP. Il est important de conserver l'idée des RBP ailleurs, bien définie et présentée sous une approche de gestion diff érente.

Recovery target

Discussion began on a recovery target using a similar approach taken for beluga (DFO 2005). In the case of beluga, 70% of historical population size was considered an appropriate recovery target as this was thought to be consistent with optimal sustainable yield objectives. It is an internationally accepted target for

Objectif de rétablissement

La discussion commence par un objectif de rétablissement obtenu à l'aide d'une approche semblable à celle qui a été adoptée pour le béluga. Un taux de 70 % de la population historique est jugé un objectif approprié, puisqu'il semble conforme aux objectifs de rendement optimal soutenu. C'est un objectif accepté à

population size in cases where even errors in management will not result in the decline of the population.

l'échelle internationale pour la taille de la population lorsque même des erreurs de gestion n'entraîneront pas une baisse de la population.

It was decided that a statement similar to that used for the beluga Recovery Strategy should be used for bowheads: *For the eastern Arctic bowhead population, 70% of the historic (pre-commercial whaling) population size is considered to be consistent with patterns of natural variability for many species with life histories characteristics of cetaceans. This recovery target corresponds to the characteristics that the bowhead population was thought to have had, when it was healthy. Well before this target is reached, the population will no longer be at risk of extinction.*

Il est décidé d'utiliser, pour la baleine boréale, une déclaration semblable à celle qui a servi au programme de rétablissement du béluga : *Pour la population de baleines boréales de l'est de l'Arctique, l'objectif de 70 % de l'effectif historique (avant la chasse commerciale à la baleine) est jugé conforme aux profils de variabilité naturelle affichés par de nombreuses espèces présentant les caractéristiques des cycles biologiques des cétacés. Cet objectif correspond à l'estimation des caractéristiques des populations de baleines boréales lorsqu'elles étaient en bonne santé. Bien avant que ces objectifs ne soient atteints, la population ne sera plus en voie de disparition.*

Woodby and Bodkin (1993) provide the published estimate for pre-exploitation size of the bowhead population in the eastern Arctic and Hudson Bay used by COSEWIC. Woodby and Bodkin (1993) estimated minimum stock sizes prior to exploitation with a simple recruitment model using an annual net recruitment rate of 0.05. Using this model, Davis Strait (1820-1911) with an estimated residual of 100-3,000 whales following whaling would have had a minimum initial size of around 11,749-11,782. Using the same method, Hudson Bay (1860-1912) with a residual estimate of 10-300 whales would have had a minimum initial population size of around 445-467 bowheads. Summing the upper estimates yields the approximately 12,300 whales used in the modeling exercise. A 60% confidence interval was generated (9,000 to 15,000) to reflect the uncertainty in this estimate. A recovery target of 70% of 12,300 would be 8,610.

Woodby et Bodkin (1993) fournissent l'estimation publiée de l'effectif d'avant l'exploitation de la population de baleines boréales de l'est de l'Arctique et de la baie d'Hudson utilisée par le COSEPAC. Ils ont estimé l'effectif minimal avant exploitation à l 'aide d'un simple modèle de recrutement employant un taux annuel net de recrutement de 0,05. Au moyen de ce modèle, le détroit de Davis (1820-1911) dont la population résiduelle estimative était de 100-3 000 baleines après la chasse, aurait eu un effectif initial minimal d'environ 11 749-11 782. Avec la même méthode, la baie d'Hudson (1860-1912), dont l'effectif résiduel estimatif était de 10-300 baleines, aurait eu une population minimale initiale de 445-467 baleines. Si l'on additionne les rendements supérieurs, on arrive aux 12 300 baleines environ utilisées dans l'exercice de modélisation. Un intervalle de confiance de 60 % a été généré (9 000 à 15 000) tenant compte de l'incertitude de l'estimation. Un objectif de rétablissement de 70 % de 12 300 donnerait 8 610.

It was felt that a better estimate of K might come from a full Bayesian model incorporating the catch history. **It was**

On a jugé qu'un modèle bayésien tenant compte de l'historique des prises donnerait une meilleure estimation de K. **Il est**

recommended that this type of analysis be done in the near future by compiling the catch history in detail and then using the surveys and the catch history to estimate all the model parameters, R_{max} and K, etc.

Participants discussed determining when a population reaches 70% of K. For beluga, a simple median estimate was used whereas for seals, the lower 60th percentile was the metric used to incorporate uncertainty about the estimate. The participants decided that for this exercise, deterministic projections should be made using the 60th percentile lower confidence limit of the 7,309 population estimate, separately for each rate of increase (R_{max}) from 0.1 to 0.4 and for each harvest scenario to determine when the population would reach 70% of K.

Another issue considered was how we will know when recovery is reached. How many surveys would be needed to detect changes in the population? What level of recovery has to occur before it can be detected? Similar to beluga (Gosselin 2005) there are several problems associated with bowhead surveys: surveys are both expensive and difficult because they must cover a very large area and the behaviour of bowheads produces wide confidence limits on the survey results leading to an inability to detect changes. The high costs associated with a bowhead survey also mean that it is unlikely they would be conducted more than once every ten or more years.

Estimates of time to detection of population growth using the software TRENDS (Gerrodette 1993) were calculated for bowhead surveys as had been done for beluga (DFO 2005) following the meeting (Figure 1). The program determines the

recommandé de faire ce genre d'analyse dans l'avenir en compilant l'historique des prises détaillées et en utilisant les relevés et l'historique des prises pour estimer tous les paramètres du modèle, R_{max} et K, etc.

Les participants se penchent sur la détermination du moment où une population atteint 70 % de K. Pour le béluga une simple estimation médiane a été utilisée, tandis que pour les phoques, le 60^{e} percentile inférieur a été la mesure utilisée pour intégrer un paramètre d'incertitude à propos de l'estimation. Les participants décident que, pour cet exercice, on devrait faire des projections déterministes à l'aide de la limite de confiance inférieure du 60^{e} percentile de l'estimation de 7 309, séparément de chaque taux d'augmentation (R^{max}) de 0,1 à 0,4, et pour chaque scénario de capture, en vue de déterminer quand la population atteindrait 70 % de K.

Un autre des points examinés consiste à déterminer comment savoir que la population est rétablie. Combien de relevés faut-il pour déceler les changements dans la population? Quel niveau du rétablissement doit être atteint pour qu'il soit détecté? Un peu comme pour le béluga (Gosselin, 2005), plusieurs problèmes sont associés aux relevés de la baleine boréale : les relevés coûtent cher et sont difficiles parce qu'ils doivent s'étendre sur une grande superficie, sans compter que le comportement des baleines amplifie les limites de confiance des résultats des relevés, ce qui nous empêche de déceler les changements. Le coût élevé d'un relevé de baleines boréales signifie également qu'il est peu probable qu'on puisse les réaliser plus souvent qu'une fois tous les dix ans ou plus.

Des estimations du temps requis pour détecter l'accroissement de la population (voir les chiffres ci-après) ont été effectuées au moyen du logiciel TRENDS (Gerrodette, 1993) pour le béluga (MPO, 2005) à la suite de la réunion (figure 1). Le programme

number of years needed for a population to grow exponentially at a rate of 2% or 4% annual growth and achieve a level of positive growth that is statistically detectable with an alpha error of 5% to 10% and a power of 60%. The runs were done over the range of CVs from the beluga surveys and extended into the range of CVs from the bowhead surveys. They are assumed to vary proportionally to 1/SQRT(A) where A is abundance. Runs were done for an annual survey, surveys at five year and ten year intervals (Figure 1). The results indicate that annual surveys would be detectable with a power of 60% after 8 to 35 years. With surveys every five years, it would take 16 to 48 years and with surveys every ten years from 27 to 72 years to have statistically detectable levels of positive growth.

détermine le nombre d'années nécessaires pour qu'une population se développe exponentiellement à 2 % ou à 4 % et pour qu'elle atteigne un taux d'accroissement positif statistiquement détectable, avec une probabilité d'erreur statistique [alpha] de 5 % à 10 % et une puissance de 60 %. Les calculs ont été effectués pour une plage de CV des estimations issues des relevés de bélugas et étendus à la plage de CV pour les baleines boréales. On suppose que les CV varient proportionnellement à 1/RC(A), A représentant l'abondance (effectif). Des calculs ont été effectués pour un relevé annuel, un relevé effectué à des intervalles de cinq ans et un relevé effectué à des intervalles de dix ans (figure 1). Les résultats indiquent que des relevés annuels permettraient de détecter l'accroissement avec une puissance de 60 % après 8 à 35 ans. Si les relevés sont effectués à tous les cinq ans, il faudrait entre 16 et 48 ans, tandis que dans le cas des relevés aux dix ans, il faudrait compter de 27 à 72 ans avant d'avoir des niveaux statistiquement détectables de croissance positive.

Recovery time

Participants agreed there is no biological basis for stating a maximum time to achieve recovery. For belugas, two times the generation time was discussed as an appropriate recovery goal. In the case of bowheads, where a single generation could be from 50 to over 60 years, it was suggested that a time horizon of 100 years for bowhead recovery might be reasonable. Based on the preliminary modeling results and the deterministic projections, there was a reasonable expectation of recovery with a low level of hunting mortality within this time-frame. It was suggested that the modelling should be presented with the full range of growth rates, and harvest scenarios so that management and policy could work with this information and make decisions regarding future surveys, which would then determine both the time-to-recovery and when recovery could be detected.

Délai de rétablissement

Les participants conviennent qu'il n'y a pas de fondement biologique à la détermination d'un délai maximal de rétablissement. Pour les bélugas, il a été question de deux fois la durée de génération comme objectif approprié du rétablissement. Dans le cas des baleines boréales, où une seule génération peut durer de 50 à 60 ans, on a proposé un horizon d'une centaine d'années. Selon les résultats préliminaires de la modélisation et les projections déterministes, on pourrait s'attendre raisonnablement au rétablissement dans ce délai avec un faible taux de mortalité par la chasse. On propose de présenter les résultats de la modélisation avec l'ensemble des taux de croissance et des scénarios d'exploitation afin que les responsables de la gestion et des politiques puissent se servir de cette information pour prendre des décisions au sujet des relevés futurs, qui serviraient alors à déterminer le délai de rétablissement et le moment où le

rétablissement pourrait être détecté.

Biological characteristics of a recovered population

Historic role in the ecosystem

- Historically bowheads were an important part of the Inuit traditional way of life, subsistence and culture. Hunting is a collective activity that reinforces significant culturally established coliective rights and social responsibilities. Historically the bowhead population was large enough that Inuit needs were met and their harvest was sustainable.

- A recovered population would have an increased role in the subsistence life of Inuit with positive social benefits. Ultimately, the bowhead population would be large enough so that Inuit traditional needs would be met and their harvest would be sustainable.

Caractéristiques biologiques d'une population rétablie

Rôle historique dans l'écosystème

- Historiquement, les baleines boréales constituaient un élément important du mode de vie traditionnel des Inuits, de leur subsistance et de leur culture. La chasse est une activité collective qui renforce les droits collectifs et les responsabilités sociales établis culturellement. Historiquement, la population de baleines boréales était assez importante pour combler les besoins des Inuits et assurer une chasse durable.
- Une population rétablie jouerait un rôle accru dans les activités de subsistance des Inuits, ce qui aurait des avantages sociaux positifs. En bout de ligne, la population de baleines boréales serait assez importante pour combler les besoins traditionnels des Inuits et assurer une chasse durable.

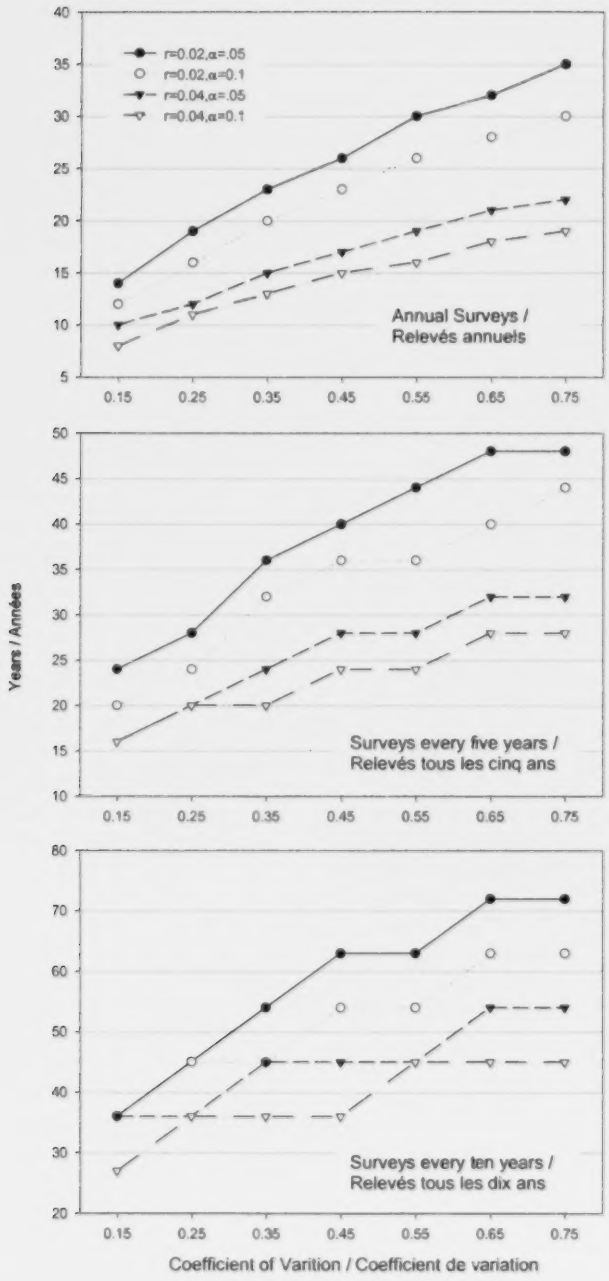


Figure 1. Number of years required to detect a population's positive increasing growth = 2% to 4%, with surveys either annually, every five years or every ten years and given survey estimate CVs = 15% to 75%. Statistical power is fixed at 60%.

Figure 1. Nombre d'années requises pour détecter un taux d'accroissement positif de 2 à 4 % au sein d'une population à partir de relevés annuels, de relevés réalisés à tous les cinq ans ou à tous les dix ans, avec CV des estimations des relevés de 15 à 35 %. La puissance statistique est fixée à 60 %.

- The Inuit population is significantly larger today than what it was historically and their population is growing.
- Bowheads are baleen whales feeding on zooplankton in the Arctic ecosystem.
- Killer whales are a predator of bowhead and their numbers appear to be increasing in the Arctic. Age and sex segregation may result from avoidance of Killer whales.

Percentage of historic population

- Presently the bowhead abundance is estimated at 7,308 (95% CI=3,161-16,900).
- The historic population estimate, K, is unknown. K is estimated as the population of bowheads prior to commercial whaling.
- For eastern Arctic bowheads, K is estimated to be 12,300 (Woody and Botkin 1993). This number is based on low current population estimates and may be revised upwards in the future with a more complete population figure.

- A recovered population would have 70% of K which is 8,610

Percentage of historic range

- Although eastern Arctic bowhead distribution within the Arctic is considered stable, they may be missing from some of their southern range.
- The extent of the range reduction is not know and relates to population identity. The possibility of there being more than one population historically cannot be ruled out.

- If you assume the animals in the eastern Arctic and along the

- Il est à noter que la population inuite est aujourd'hui sensiblement plus importante qu'autrefois et qu'elle est en hausse.
- La baleine boréale est un cétacé à fanons qui se nourrit de zooplancton dans l'écosystème de l'Arctique.
- L'orque est un prédateur de la baleine boréale dont le nombre semble augmenter dans l'Arctique. La ségrégation fondée sur le sexe ou la classe d'âge pourrait résulter de l'évitement des orques.

Pourcentage de la population historique

- Actuellement, on estime l'abondance de la baleine boréale à 7 308 (IC de 95 % = 3 161-16 900)
- L'effectif historique K est inconnu. K représente l'effectif antérieur à l'exploitation commerciale de la baleine.
- Pour la baleine boréale de l'est de l'Arctique, K correspondrait à 12 300 individus (Woody et Botkin, 1993). Ce nombre est basé sur le faible effectif actuel et pourrait être révisé à la hausse dans l'avenir à partir d'une estimation plus complète de la population.
- Une population rétablie correspondrait à 70 % de K, ce qui équivaut à 8 610

Pourcentage de l'aire de répartition historique

- Même si l'on juge que la baleine boréale a une répartition stable dans l'est de l'Arctique, elle pourrait être absente de la partie sud de son aire.

- On ne connaît pas l'ampleur de la contraction de l'aire de répartition qui est en outre liée à l'identité de la population. On ne peut éliminer la possibilité qu'il y ait eu plus d'une population.
- Si l'on suppose que les baleines boréales de l'est de l'Arctique et des

Newfoundland and Labrador coast were from one population, the current distribution may have been reduced by up to one-third of their historic range but if they were from more than one population you would be overstating the reduction.
- A recovered population may have a minimum of 70% of its historic range.

Consistent with traditional knowledge

- Based on Inuit Qaujimajatuqangit (IQ), the population of bowheads in the eastern Arctic is increasing.
- Traditional knowledge is well documented for bowheads (NWMB 2000).
- When the population is recovered, IQ would confirm this.

Number of mature individuals

- The number of mature individuals is not known for the eastern Arctic bowhead population.
- COSEWIC's criterion is that a minimum of 1000 mature individuals in a population is sufficient to maintain genetic diversity and is consistent with conservation literature.
- Based on photogrammetric data for the B-C-B population, around 44% of the whales are sexually mature (Zeh et al. 1993). The proportion in the eastern Arctic population is likely similar. A recovered population would be expected to have an increased proportion of mature individuals but the actual proportion is unknown. How the density dependence will affect the distribution of ages is unknown.

côtes de Terre-Neuve et du Labrador provenaient d'une seule et même population, la répartition actuelle pourrait avoir rétréci du tiers par rapport à l'aire historique, mais s'il y avait plus d'une population, alors vous surestimez la réduction.
- Une population rétablie occuperait au moins 70 % de son aire de répartition historique.

Conformité avec le savoir traditionnel

- Selon l'Inuit Qaujimajatuqangit (IQ) ou savoir inuit, la population de baleines boréales de l'est de l'Arctique augmente.
- Le savoir traditionnel est bien documenté pour les baleines boréales (NWMB, 2000).
- Quand la population sera rétablie, l'IQ le confirmera.

Nombre d'individus adultes

- Le nombre d'individus adultes au sein de la population de baleines boréales de l'est de l'Arctique n'est pas connu.
- Les critères du COSEPAC indiquent qu'un minimum de 1 000 individus adultes est suffisant pour maintenir la diversité génétique. Ce nombre est également utilisé dans la littérature sur la biologie de conservation.
- D'après les données photogrammétriques de la population de B-T-B, environ 44 % des baleines sont parvenues à la maturité sexuelle (Zeh et coll., 1993). La proportion au sein de la population de l'est de l'Arctique est vraisemblablement similaire. Une population rétablie aurait normalement une proportion accrue d'individus adultes, mais la proportion exacte n'est pas connue. On ne sait pas quels effets la dépendance à l'égard de la densité pourrait avoir sur la répartition des classes d'âge.

Threats that may impact recovery

Participants discussed what would be considered threats to the recovery of the population and summarized the results in Table 2. Participants felt that there were no demonstrated imminent threats but if there were, then the Bowhead Recovery Team would have to address these. It was pointed out that "bycatch in fishing gear" had occurred in 2005 although "net entanglement" was a better description of the threat since the two entanglements had occurred in whale nets. This was considered to be the only demonstrated threat.

Climate change was the only threat to recovery considered imminent and there was discussion of its possible effects on bowheads. It might influence productivity with ice-interface changes, which would affect prey availability. Climate change may impact the timing of ice break-up which could also affect productivity depending on how much light there is when break-up occurs. There are other possible effects of climate change including the changes in whale distribution (predators and competition), ice entrapment, killer whale access, etc. If there is less ice through the NW passage, there will likely be more ship traffic and there is potential for increased ship strikes.

Speculative and hypothetical threats included ice entrapments, diseases, contaminants, killer whales and ship strikes. These may have been demonstrated for whales elsewhere. Tagging activities were removed from the matrix as were unmanaged hunts, as they were not considered threats to the survival of the population.

Menaces susceptibles de nuire au rétablissement

Les participants ont étudié ce que pourraient être les menaces au rétablissement de la population et ont résumé les résultats au tableau 2. À leur avis, il n'y a pas de menaces imminentes démontrées, mais s'il y en avait, l'équipe chargée du rétablissement de la baleine boréale devrait les aborder. On signale qu'il y a eu des « captures accidentelles dans les engins de pêche » en 2005; il conviendrait mieux de qualifier la menace « d'enchevêtrement dans les filets », puisque les deux cas d'enchevêtrement ont eu lieu dans des filets de capture de baleine. Cet aspect est considéré comme la seule menace avérée.

Les changements climatiques représentent la seule menace au rétablissement jugé imminent; on s'entretient de leurs effets possibles sur les baleines. Ils pourraient avoir une incidence sur la productivité en raison de changements dans les glaces qui risquent de modifier la disponibilité des proies. Les changements climatiques pourraient déplacer le moment de la débâcle qui pourrait également nuire à la productivité, selon la quantité de lumière au moment du bris des glaces. On peut aussi songer à des changements dans la répartition des baleines (prédateurs et compétiteurs), à l'emprisonnement dans les glaces, à l'accès des orques, etc. S'il y a moins de glace dans le passage du N.-O., il y aura vraisemblablement plus de circulation maritime, et des risques accrus de collisions avec les navires.

Les menaces spéculatives et hypothétiques comprennent l'emprisonnement dans les glaces, les maladies, les contaminants, les orques et les collisions avec les navires. Ces menaces peuvent avoir été démontrées ailleurs pour les baleines. Les activités de marquage ont été retirées de la matrice, tout comme les chasses non gérées, puisqu'elles ne sont pas considérées comme des menaces à la survie de la population.

Table 2. Summary of threats to the recovery of eastern Arctic bowhead whales.

	Demonstrated	Speculative
Imminent		▪ Climate change (changes in productivity, changes in ice, etc.)
Hypothetical (if it happens)	▪ Net entanglement	▪ Pollution (municipal wastes, oil, ballast water) ▪ Noise disturbance (ship, traffic, seismic, i.e. anthropogenic) ▪ Loss of habitat ▪ Contaminants ▪ Diseases (*Brucella*) ▪ Ice entrapments ▪ Killer whales ▪ Ship strikes

Tableau 2. Résumé des menaces au rétablissement des baleines boréales de l'est de l'Arctique.

	Menaces certaines	Menaces possibles
Menaces imminentes		▪ Changements climatiques (changements de productivité, des glaces, etc.)
Menaces hypothétiques (si elles se concrétisent)	▪ Enchevêtrement dans les filets	▪ Pollution (déchets municipaux, hydrocarbures, eau de ballast) ▪ Perturbations causées par le bruit (navires, trafic maritime, exploration sismique, bruits d'origine humaine) ▪ Perte d'habitats ▪ Contaminants ▪ Maladies (*Brucella*) ▪ Emprisonnement dans les glaces ▪ Orques ▪ Collisions avec les navires

Next steps

A draft RPA document was prepared and distributed to participants prior to the videoconference. A finalized version will be sent, via e-mail for review by all participants. The context section must indicate why we were providing advice on one population when COSEWIC assessed two. The value for the historic population size will be used consistently throughout the document as will the 70% target value.

Larry will provide deterministic projections, using the lower 60th percentile of the start

Prochaines étapes

Un document sur l'évaluation du potentiel de rétablissement a été distribué aux participants avant la vidéoconférence. Une version finale sera envoyée par courriel à tous les participants aux fins de l'examen. La section du contexte doit indiquer pourquoi nous fournissons des conseils sur une seule population quand le COSEPAC en a évalué deux. La valeur de l'effectif de la population historique sera utilisée uniformément dans tout le document, tout comme la valeur cible de 70 %.

Larry fournira des projections déterministes, en utilisant le niveau faible du 60^{e} percentile

population, to show the time to reach the 80th percentile (upper confidence limit) of the recovery target assuming the same CV as the population estimate.

Larry will work with Carlos to complete the modeling paper as a Research Document to be published on the CSAS website. Once a draft of the paper is available, it will be distributed to the whole group for approval.

Patrice thanked everyone for their participation and the meeting was adjourned.

de la population de départ, afin de montrer le temps requis pour atteindre le 80^{e} percentile (limite de confiance supérieure) de l'objectif de rétablissement en assumant le même CV que l'estimation de population.

Larry travaillera avec Carlos à préparer le document sur la modélisation sous forme de document de recherche à publier sur le site Web du SCCS. Une fois l'ébauche du document disponible, elle sera soumise à l'approbation de l'ensemble du groupe.

Patrice remercie tous les participants et la séance est levée.

REFERENCES

RÉFÉRENCES

Alvarez-Flores, C.M. 2006. Evaluating the effect of alternate harvest scenarios on the recovery of bowhead whales, Balaena mysticetus, in the eastern Canadian Arctic. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/054

Cosens, S.E., H. Cleator, P. Richard. 2006. Numbers of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) in the eastern Canadian Arctic, based on aerial surveys in August 2002, 2003 and 2004. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/052

COSEWIC 2005. COSEWIC assessment and update status report on the bowhead whale *Balaena mysticetus* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. Viii + 51 pp.

DFO, 2005. Proceedings of the meeting on recovery potential assessment of Cumberland Sound, Ungava Bay, Eastern Hudson Bay and St. Lawrence beluga populations (*Delphinapterus leucas*); April 5-7, 2005. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2005/011. / MPO, 2005. Compte rendu de la réunion portant sur l'évaluation du potentiel de rétablissement des populations de bélugas (*Delphinapterus leucas*) de la baie Cumberland, de la baie d'Ungava, de l'est de la baie d'Hudson et du Saint-Laurent; du 5 au 7 avril 2005. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2005/011.

Dueck, L.P., M.P. Hiede-Jørgensen, M.V. Jensen, and L.D. Postma. 2006. Update on investigations of bowhead whale (*Balaena mysticetus*) movements in the eastern Arctic, 2003-2005, based on satellite-linked telemetry. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/050.

Dueck, L and P. Richard. 2006. Assessment of the recovery potential of the eastern Canadian Arctic bowhead whale population by deterministic projections with a modified logistic growth model. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/053.

Gerrodette, T. 1993. Trends: software for a power analysis of linear regression. Wildlife Society Bulletin 21:515-516.

Gosselin, J-F. 2005. Abundance indices of belugas in James Bay and eastern Hudson Bay in summer 2004. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2005/011.

Mitchell, E.D. and R.R. Reeves. 1982. Factors affecting abundance of bowhead whales *Balaena mysticetus* in the eastern Arctic of North America, 1915-1980. Biological Conservation 22:59-78.

NWMB 2000. Final Report of the Inuit bowhead knowledge study, Nunavut, Canada. Nunavut Wildlife Management Board, Iqaluit, NU. 90 pp.

Postma, L.D., L.P. Dueck, M.P. Heide-Jørgensen, and S.E. Cosens. 2006. Molecular genetic support of a single population of bowhead whales (Balaena mysticetus) in eastern Canadian Arctic and western Greenland waters. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/051

Zeh, J.E., C.W. Clark, J.C. George, D. Withrow, G.M. Carroll, and W.R. Koski. 1993. In J.J. Burns, J.J. Montague, and C.J. Cowles (Editors), The bowhead whale, p. 409-489. Soc. Mar. Mamm. Spec. Publ. 2.

APPENDIX 1: Terms of Reference

National Peer Review Meeting (by videoconference)

Recovery assessment under SARA for eastern arctic bowhead whales (*Balaena mysticetus*) identified as "threatened" by COSEWIC

April 7, 2006 (from 10:00 am to 4 pm – Winnipeg/Central Standard Time)

Chairperson: P. Simon

Context

In May 2005, the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC) recommended that two populations of eastern Arctic bowhead whales be listed as "threatened" under *Canada's Species at Risk Act* (SARA). The two populations were described as:

- Hudson Bay-Foxe Basin
- Davis Strait-Baffin Bay

SARA is intended to protect species at risk of extinction in Canada, and promote their recovery. SARA includes prohibitions on killing, harming, harassing, capturing, or taking individuals of species listed as threatened or endangered on schedule 1. SARA prohibits sale or trade of individuals of such species (or their parts), damage or destruction of their residences or destruction of their critical habitat.

SARA specifies that a **recovery strategy** should be prepared for species that are listed as threatened or endangered. Although a conservation strategy is in place for eastern Arctic bowheads, it requires updating to make it SARA compliant. The recovery strategy will have to address all potential sources of harm, including

ANNEXE 1 : Cadre de référence

Réunion nationale d'examen par des pairs (par vidéoconférence)

Évaluation, en vertu de la LEP, du rétablissement des baleines boréales (*Balaena mysticetus*) de l'est de l'Arctique désignées comme étant « menacées » par le COSEPAC

7 avril 2006 (de 10 h à 16 h – Heure normale du Centre/Winnipeg)

Président : P. Simon

Contexte

En mai 2004, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a recommandé que deux populations de baleines boréales de l'est de l'Arctique soient inscrites à la liste des espèces « menacées » en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). Ces deux populations étaient décrites comme étant celles des zones suivantes :

- baie d'Hudson et bassin Foxe
- détroit de Davis et baie Baffin

La LEP a pour but de protéger les espèces en voie de disparition au Canada et de promouvoir leur rétablissement. La Loi stipule qu'il est interdit de tuer des individus des espèces inscrites à l'annexe 1 en tant que menacées ou en voie de disparition, de leur nuire, de les harceler, de les capturer ou de les prendre. La LEP interdit également la vente ou l'échange d'individus de ces espèces (ou de leurs parties), l'endommagement ou la destruction de leur résidence ou de leur habitat essentiel.

La LEP prévoit la préparation d'un **plan de rétablissement** pour les espèces inscrites en tant que menacées ou en voie de disparition. Même s'il existe déjà une stratégie de conservation pour les baleines boréales de l'est de l'Arctique, elle doit être mise à jour pour respecter la LEP. Le plan de rétablissement doit faire en sorte que

harvesting activities, in a way that does not jeopardize the survival and recovery of the populations concerned. Eastern Arctic bowhead whales currently support a limited subsistence harvest by Inuit. In order to address subsistence harvesting in a recovery strategy, scientific evaluation of the likelihood that recovery goals or targets will be achieved in biologically reasonable time frames should be included. The basis for the designation of recovery targets and times-to-recovery for species listed under SARA is informed by sound peer reviewed scientific advice. SARA provides for exemptions to the prohibition to harm under certain circumstances, including specific activities permitted in the recovery strategy. Therefore, it is important that, if subsistence fisheries are to continue after designation, the recovery strategy includes levels of subsistence harvest, recovery assessment, recovery rate, level of confidence, etc.

toutes les sources possibles de dommages, y compris des activités d'exploitation, ne mettent pas en péril la survie et le rétablissement de ces populations. Les baleines boréales de l'est de l'Arctique soutiennent déjà une chasse de subsistance limitée par les Inuits. Lorsqu'on aborde la question de la chasse de subsistance dans un plan de rétablissement, il convient d'inclure une évaluation scientifique du degré de certitude quant à la possibilité d'atteindre l'objectif de rétablissement dans un délai raisonnable sur le plan biologique. La détermination d'objectifs et de délais de rétablissement pour les espèces inscrites sur la liste de la LEP doit être éclairée par des avis scientifiques valables, examinés par des pairs. La LEP prévoit des exemptions à l'interdiction de nuire dans certaines circonstances, notamment dans le cas de certaines activités du plan de rétablissement approuvées en vertu d'un permis. Il importe donc, si la chasse de subsistance se poursuit après l'inscription d'une espèce, que le plan de rétablissement comprenne un niveau de chasse de subsistance, une évaluation du rétablissement, un taux de rétablissement, un degré de certitude, etc.

New scientific information on Eastern Arctic bowhead whales was peer reviewed by the National Marine Mammal Peer Review Committee on March 9, 2006. Conclusions from that meeting must be taken into account in the development of a Recovery Potential Assessment (RPA) for these whales. In particular, the evidence that Eastern Arctic bowheads are one population, and not the two that were described by COSEWIC, will fundamentally effect how the RPA develops. Evidence for sex or age variation in the population should also be considered.

De nouvelles données scientifiques sur les baleines boréales de l'est de l'Arctique ont été examinées lors de la réunion du Comité national d'examen par les pairs sur les mammifères marins, le 9 mars 2006. Les conclusions de cette réunion doivent être prises en compte pour la réalisation d'une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) de ces baleines. En particulier, les preuves à l'effet que les baleines boréales de l'est de l'Arctique ne forment qu'une seule population et non les deux qui sont décrites par le COSEPAC, auront des répercussions déterminantes sur le déroulement de l'EPR. Il faut également tenir compte des renseignements sur la variation de la répartition des âges et des sexes au sein de la population.

Meeting Objectives - Recovery assessment for eastern arctic bowhead

It is necessary to review information regarding population productivity and mortality sources, and possible mortality resulting from human activities. This information will be the basis for estimating the likelihood of reaching recovery goals where various activities, such as specific fisheries, are allowed. The specific objectives will be as follows:

a) Establish the status and trajectory of the population (size, distribution, recent growth rate, etc.).

b) Determine whether or not recovery is feasible and, if so, what would be realistic recovery target and timeframes. Participants will discuss biological criteria/properties that would describe the state of a recovered bowhead population under SARA requirements. This discussion should permit the development of interim descriptions of the biological properties of suitable recovery targets and recovery times that could be applied to the bowhead population. Minimum recovery targets can be identified on strictly biological and ecological grounds, however, the Bowhead Recovery Team may set recovery targets at higher levels for social, cultural, or economic reasons.

c) Identify and quantify, to the extent possible, all potential sources of threat (human-induced mortality and other sources of mortality), including what we know of the likelihood of change in the level of mortality for each identified source.

d) Conduct a risk analysis that the population would fail to recover according to the pre-established

Objectifs de la réunion – Évaluation du rétablissement de la baleine boréale de l'est de l'Arctique

Il sera nécessaire d'examiner les données sur la productivité de la population et ses sources de mortalité, dont celles découlant d'activités humaines. Ces données serviront de fondement pour l'estimation de la probabilité d'atteindre les objectifs de rétablissement si diverses activités, comme des pêches particulières, sont autorisées. Les objectifs particuliers seront les suivants

a) établir l'état actuel et la trajectoire de la population (taille, répartition, taux d'accroissement récent, etc.);

b) déterminer la faisabilité du rétablissement; s'il est possible, relever des objectifs et délais réalistes pour ce dernier. Les participants examineront les critères ou propriétés biologiques qui décriraient l'état d'une population rétablie de baleines boréales conformément aux exigences de la LEP. Cet examen devrait permettre d'élaborer des descriptions provisoires des propriétés biologiques d'objectifs et de délais de rétablissement appropriés pouvant être appliqués à la population de baleines boréales. Les objectifs minimaux de rétablissement peuvent être établis sur des bases strictement biologiques et écologiques; toutefois, l'équipe chargée du rétablissement de la baleine boréale peut fixer des objectifs plus élevés pour des raisons sociales, culturelles ou économiques.

c) relever ou quantifier (dans la mesure du possible) toutes les sources potentielles de menace (mortalité causée par l'homme, autres sources de mortalité), y compris de l'information sur la probabilité de changement du niveau de mortalité pour chaque source de mortalité relevée;

d) mener une analyse des risques d'échec du rétablissement de la population conformément aux

recovery target and timeframe, for various allowable harm levels.

e) How much scope exists for changing human activities and how will this change the risk that the population would fail to recover.

Output of the meeting

The output of the meeting will be a proceedings document and a Recovery Potential Allowable Harm Assessment for eastern Arctic bowheads. Information from the meeting was used in a Regional Science Advisory Meeting to be held in Iqaluit April 25-26, 2006 for the development of a Science Advisory Report on Eastern Arctic bowheads. It was also used by the Recovery Team to update the Bowhead Conservation Strategy so it is SARA compliant. The initial Bowhead Recovery Team meeting to develop the recovery strategy was held in Iqaluit April 26-27, 2006.

A summary of the scientific information/advice issued from this meeting should be made available by mid-April for use at the Science Advisory meeting. Final proceedings and the reports will be available by May 30, 2006.

Participation

The participants invited to this meeting include DFO Science, DFO Fisheries and Aquaculture Management, Nunavut Wildlife Management Board (NWMB) and U.S. National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA).

objectifs et délais préalablement établis, selon divers degrés de dommages admissibles;

e) Dans quelle mesure l'activité humaine peut être modifiée et de quelle façon cela modifiera-t-il le risque d'échec du rétablissement de la population.

Résultats de la réunion

Les résultats de la réunion seront présentés sous forme d'un compte rendu et d'une évaluation des atteintes au potentiel de rétablissement pour les baleines boréales de l'est de l'Arctique. L'information découlant de la réunion a été utilisée au cours d'une réunion de consultation scientifique régionale qui a eu lieu à Iqaluit, les 25 et 26 avril 2006 en vue de la préparation d'un Avis scientifique sur les baleines boréales de l'est de l'Arctique. Elle a aussi été utilisée par l'équipe chargée du rétablissement afin de mettre à jour le plan de rétablissement de la baleine boréale, pour qu'il soit conforme à la LEP. La première réunion de l'équipe en vue d'élaborer le plan de rétablissement a eu lieu à Iqaluit, les 26 et 27 avril 2006.

Un résumé de l'information et les avis scientifiques issus de la présente réunion devraient être disponibles d'ici la mi-avril, pour la réunion de préparation de l'avis scientifique. Le compte rendu final et les rapports seront disponibles le 30 mai 2006.

Participation

Les participants invités à la réunion représentent le Secteur des sciences du MPO, le Secteur de la gestion des pêches et de l'aquaculture du MPO, le Conseil de gestion des ressources fauniques du Nunavut et la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) des États-Unis.

APPENDIX 2: Participants — ANNEXE 2 : Participants

Ottawa		
Estelle Couture	Science / Sciences	couture@dfo-mpo.gc.ca
Jocelyne Lavallée	Science / Sciences	lavalleejo@dfo-mpo.gc.ca
Patrice Simon (meeting chairperson / président de réunion)	Science / Sciences	simonp@dfo-mpo.gc.ca
Brian Wong	Fisheries Management / Gestion des pêches	wongb@dfo-mpo.gc.ca
Winnipeg (Central & Arctic / Centre et Arctique)		
Holly Cleator	Science / Sciences	cleatorh@dfo-mpo.gc.ca
Susan Cosens	Science / Sciences	cosens@dfo-mpo.gc.ca
Larry Dueck	Science / Sciences	dueckl@dfo-mpo.gc.ca
Steve Ferguson	Science / Sciences	fergusons@dfo-mpo.gc.ca
Patt Hall	Resource Management / Gestion des ressources	hallp@dfo-mpo.gc.ca
Kathleen Martin	Science / Sciences	martink@dfo-mpo.gc.ca
Lianne Postma	Science / Sciences	postmal@dfo-mpo.gc.ca
Pierre Richard	Science / Sciences	richardp@dfo-mpo.gc.ca
Iqaluit (Central & Arctic / Centre et Arctique)		
Andrew Molloy	Fisheries Management / Gestion des pêches	molloy@dfo-mpo.gc.ca
Nanaimo (Pacific / Pacifique)		
John Ford	Science / Sciences	fordjo@dfo-mpo.gc.ca
Mon-Joli (Québec)		
Mike Hammill	Science / Sciences	hammillm@dfo-mpo.gc.ca
St. John's (Newfoundland & Labrador / Terre-Neuve-et-Labrador)		
Becky Sjare	Science / Sciences	sjareb@dfo-mpo.gc.ca
Garry Stenson	Science / Sciences	stensong@dfo-mpo.gc.ca
St. Andrews (Maritimes)		
Kent Smedbol	Science / Sciences	smedbolk@dfo-mpo.gc.ca
Seattle - National Oceanographic and Atmospheric Administration		
Rod Hobbs		rod.hobbs@noaa.gov
Mexico		
Carlos Alvarez-Flores		carlosalvarezz@prodigy.net.mx

APPENDIX 3: Information provided to participants prior to the meeting

Working paper for review

Evaluating the effect of alternate harvest scenarios on the recovery of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, in the eastern Canadian Arctic. (Alvarez-Flores 2006)

Working papers for background (reviewed March 9)

Update on investigations of bowhead whale (*Balaena mysticetus*) movements in the eastern Arctic, 2003-2005, based on satellite-linked telemetry. (Dueck *et al.* 2006)

Molecular genetic support of a single population of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) in Eastern Canadian Arctic and Western Greenland waters. (Postma, *et al.*, 2006)

Results of Aerial Surveys of Bowhead Whales (*Balaena mysticetus*) in the Eastern Canadian Arctic in 2002, 2003 and 2004. (Cosens *et al.*, 2006)

Additional Material for discussion

Difference in probability of detection of a bowhead during a time period a bowhead is visible compared to an instantaneous sighting.

Revised population estimates for the aerial survey

Recovery Assessment Documents

DFO, 2005. Proceedings of the meeting on recovery on recovery potential assessment of Cumberland Sound, Ungava Bay, Eastern Hudson Bay and St. Lawrence

ANNEXE 3 : Information fournie aux participants avant la réunion

Document de travail à examiner

Évaluation des effets d'autres scénarios de chasse sur le rétablissement des baleines boréales, *Balaena mysticetus*, dans l'est de l'Arctique canadien. (Alvarez-Flores, 2006)

Document de travail servant de contexte (examinés le 9 mars)

Update on investigations of bowhead whale (*Balaena mysticetus*) movements in the eastern Arctic, 2003-2005, based on satellite-linked telemetry. (Dueck *et al.* 2006)

La génétique moléculaire en support à l'hypothèse d'une seule population de baleine boréale (Balaena mysticetus) dans les eaux de l'est de l'Arctique canadien et de l'ouest du Groenland. (Postma, et coll., 2006)

Nombre de baleines boréales (*Balaena mysticetus*) dans l'est de l'Arctique canadien, d'après les relevés aériens d'août August 2002, 2003 et 2004. (Cosens et coll., 2006)

Documents additionnels pour discussion

Différence dans les probabilités de détection d'une baleine boréale pendant la période où la baleine est visible par rapport à une observation instantanée.

Estimation de population révisée pour le relevé aérien.

Documents d'évaluation du rétablissement

MPO, 2005. Compte rendu de la réunion portant sur l'évaluation du potentiel de rétablissement des populations de bélugas (*Delphinapterus leucas*) de la baie

beluga populations (*Delphinapterus leucas*). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2005/011.

Cumberland, de la baie d'Ungava, de l'est de la baie d'Hudson et du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2005/11

DFO, 2005. Recovery Potential Assessment of Cumberland Sound, Ungava Bay, Eastern Hudson Bay and St. Lawrence beluga populations (Delphinapterus leucas). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2005/036.

MPO, 2005. Évaluation du potentiel de rétablissement des populations de bélugas de la baie Cumberland, de la baie d'Ungava, de l'est de la baie d'Hudson et du Saint-Laurent (*Delphinapterus leucas*). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/036.

DFO, 2006. DRAFT - Recovery Potential - Allowable Harm Assessment of eastern Arctic bowhead whales (*Balaena mysticetus*). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. in prep.

MPO, 2006. ÉBAUCHE – Potentiel de rétablissement – Évaluation des dommages admissibles pour les baleines boréales de l'est de l'Arctique (*Balaena mysticetus*). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. En prép.

APPENDIX 4:
Difference in probability of detection of a bowhead during a time period a bowhead is visible compared to an instantaneous sighting

P. Richard.

Methods

The probability of detection (Pd) of a bowhead is calculated by the method of MacLaren (1961):

$$Pd = [t / (s+u)] + [s / (s+u)]$$

where t is the estimated time a bowhead is visible to an observer, s is the time a bowhead is at the surface and u is the time a bowhead is underwater.

The mean t estimate (4.3 sec), obtained from the 2002 and 2003 survey data, was the time elapsed between the first time a bowhead is noticed and the time the measurement of the perpendicular distance is taken, at which point, according to survey protocol, observers must resume observing ahead. In many cases, the point where the animal was first declared seen, coincided with the measurement of the perpendicular angle, resulting in an elapsed time of zero. To be conservative, in those cases, the elapsed time was assumed to be at least 2 sec, the time required to react and take the measurement of the perpendicular angle (Figure 1 below). There were no data available for the few 2004 sightings.

Surface time (s) and underwater time (u) estimates are based on observations reported in Davis et al. (1982):

ANNEXE 4 :
Différence dans les probabilités de détection d'une baleine boréale pendant la période où la baleine est visible par rapport à une observation instantanée

P. Richard

Méthodes

La probabilité de détection (Pd) d'une baleine boréale est calculée au moyen de la méthode de MacLaren (1961) :

$$Pd = [t / (s+u)] + [s / (s+u)]$$

où t est le temps approximatif pendant lequel la baleine est visible pour l'observateur, s est le temps pendant lequel la baleine est à la surface et u est le temps pendant lequel la baleine est sous l'eau.

Le t moyen (4,3 sec), obtenu à partir des données des relevés de 2002 et 2003, était le temps écoulé entre le moment où une baleine boréale est observée pour la premier fois et le moment où la distance perpendiculaire est notée, moment où, selon le protocole de relevé, les observateurs reprennent l'observation devant. Dans bien des cas, le point où l'animal est déclaré vu pour la première fois que l'on fait coïncider avec la mesure de l'angle perpendiculaire, donne un temps écoulé de zéro. Par souci de prudence, dans ces cas, on suppose que le temps écoulé est d'au moins 2 sec., soit le temps requis pour réagir et prendre la mesure de l'angle perpendiculaire (figure 1 ci-dessous). On ne dispose d'aucune donnée pour les quelques observations de 2004.

Le temps passé en surface (s) et sous l'eau (u) est estimé à partir des observations décrites dans Davis et coll. (1982) :

Table 1: Probability of detection (Pd) during an observation time (t) given a time at surface (s) and a time at depth (u).

Tableau 1 : Probabilité de détection (Pd) pendant le temps d'observation (t) compte tenu d'un temps en surface (s) et d'un temps en profondeur (u).

t (sec)	s (sec)	u (sec)	Pd	Diff (%)
0	50	250	0.17	
4.3	50	250	0.18	8.6%

Results and discussion

The difference between the probability of an instantaneous observation (t =0 sec) and an average time of observation is small (Table 1) and certainly not the 20% suggested by the COSEWIC sub-committee. Also, these estimates of probability of detection (Pd) are biased by the s and u parameters because Davis et al (1982) could only sample short dive sequences from their survey airplane. They suspect that their estimates of s are over-estimates because of the lack of data on long dives. Also, for the same reason, their estimates of u are under-estimates.

A more important issue is that the time proportion used in correcting the estimate, is the proportion of time the whale was above or at 4 m rather than the proportion of time the whale spent breaking the surface. Therefore, it yields a conservative correction since most or all 2002-2004 survey sightings were of the animal seen when breaking the surface. The proportion of time breaking the surface is smaller than the time above or at 4 m and the correction could thus be greater, since it is the inverse of that 4 m proportion.

The conservativeness of our correction is further illustrated by the fact that the probability obtained above (18%) is smaller than the one we used (25%) to correct the estimates. Had we used that probability, we would have obtained a larger corrected population estimate. Based on Davis et al's

Résultats et discussion

La différence entre la probabilité d'une observation instantanée (t=0 sec) et un temps moyen d'observation est petite (tableau 1) et certainement pas les 20 % proposés par le sous-comité du COSEPAC. De plus, ces estimations de probabilité de détection (Pd) sont faussées par les paramètres *s* et *u*, parce que Davis et coll. (1982) n'ont pu échantillonner que de courtes séquences de plongée à partir de l'avion de relevé. Ils soupçonnent que leurs estimations de *s* sont des surestimations à cause du manque de données sur les longues plongées. De plus, pour la même raison, leurs estimations de *u* sont sous-estimées.

Il y a un autre aspect important : la proportion de temps utilisée pour corriger l'estimation est la proportion de temps que la baleine passe au-dessus de l'eau ou à 4 m plutôt que la proportion de temps que la baleine passe en émersion. Par conséquent, on obtient un facteur de correction prudent puisque la plupart sinon la totalité des observations du relevé sont celle de l'animal au moment de son émersion. La proportion du temps en émersion est inférieure au temps passé entre 0 et 4 m et le facteur de correction pourrait donc être plus grand, puisqu'il est l'inverse de cette proportion à 4 m.

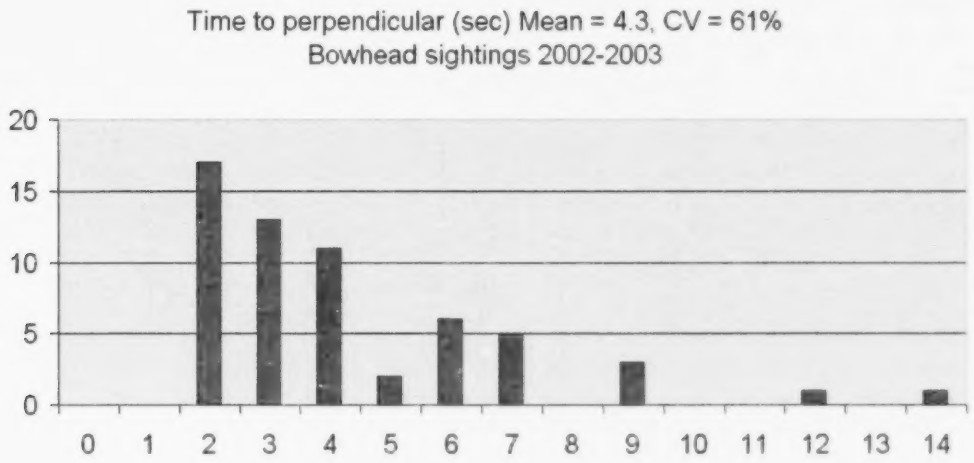
Le caractère prudent de notre facteur de correction est confirmé par le fait que la probabilité obtenue ci-dessus (18 %) est inférieure à celle que nous avons utilisée (25 %) pour corriger l'estimation. Si nous avions utilisé cette probabilité, nous aurions obtenu une estimation supérieure de la

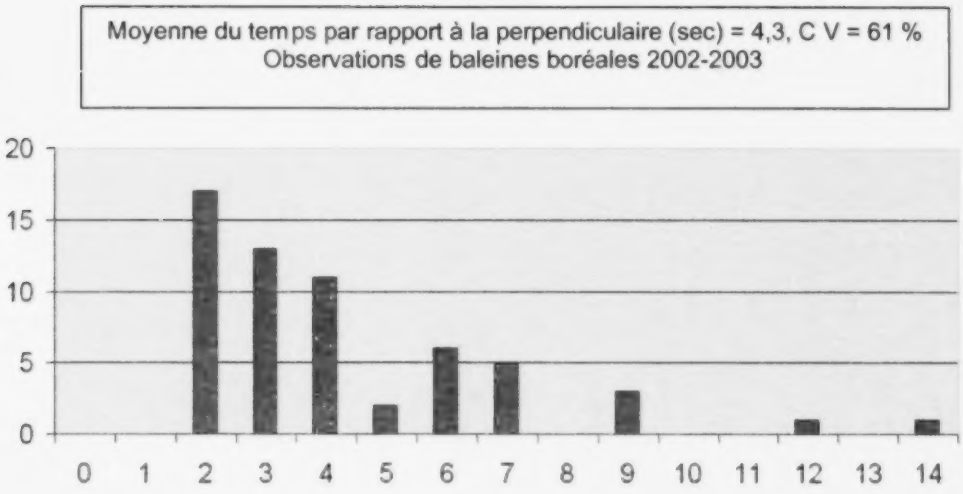
discussion, it could even be higher if long dive sequences were sampled to generate this probability estimate.

In conclusion, the above discussion suggests that, in absence of data on direct observations of dive sequences of bowheads in the survey regions, the use of the inverse of time above or at 4 m is a conservative method to correcting these bowhead survey estimates for availability bias.

population corrigée. D'après la discussion de Davis et coll., elle pourrait même être encore plus élevée si l'on échantillonnait les séquences de longues plongées pour produire cette estimation de la probabilité.

En conclusion, il ressort de la discussion qui précède qu'en l'absence de données sur les observations directes de séquences de plongées des baleines boréales dans les régions du relevé, l'utilisation de la donnée inverse du temps passé entre 0 et 4 m est une méthode prudente de correction des estimations des relevés des baleines boréales de manière à éliminer le biais de disponibilité.




Moyenne du temps par rapport à la perpendiculaire (sec) = 4,3, C V = 61 %
Observations de baleines boréales 2002-2003
20
15
10
5
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

References Documents de référence

Davis et al. 1982. Distribution numbers and productivity of the western Arctic Bowhead Whales in the Eastern Beaufort Sea and Amundsen Gulf, Summer 1981. LGL report to Sohio Alaska Pretroleum and other companies.

McLaren, I.A. 1961 Methods of determining the numbers and availability of ringed seals in the eastern Canadian Arctic. Arctic 14(3): 162-175